



Regione Lombardia



Canton Ticino

STRADA

**STRATEGIE DI ADATTAMENTO
AI CAMBIAMENTI CLIMATICI
PER LA GESTIONE DEI RISCHI
NATURALI NEL TERRITORIO
TRANSFRONTALIERO**



Programma di cooperazione
transfrontaliera
ITALIA SVIZZERA 2007 - 2013



Fondo europeo di sviluppo regionale

LE OPPORTUNITÀ NON HANNO CONFINI

Autori

Comitato Tecnico Scientifico del Progetto Strada:

Gianluca Lentini (ERSAF), Eliot Laniado (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni), Igor Chiambretti (AINEVA, Associazione Interregionale Neve e Valanghe), Patrizia Dazio (Ufficio Federale dell'Ambiente - Confederazione Svizzera), Laura Pia Lodi (Struttura Attività Geologiche della Regione Autonoma Valle d'Aosta), Alberto Maffiotti (ARPA Piemonte), Daniele Magni (Regione Lombardia, D. G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile), Maurizio Maugeri (Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Fisica), Éline Mignot (Alpgeo - Cantone del Vallese), Renata Pelosini (ARPA Piemonte), Betty Sovilla (WSL Istituto per lo Studio della Neve e delle Valanghe, SLF Davos).

Referenti di Azione:

Secondo Barbero (ARPA Piemonte), Elena Brivio (Regione Lombardia, D. G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile), Marco Cordola (Protezione Civile, Regione Piemonte), Luca Pitet (Regione Autonoma Valle d'Aosta), Andrea Salvetti (Dipartimento del Territorio/Ufficio Corsi d'Acqua, Cantone Ticino).

Coordinamento Editoriale:

Livio Mallia (ERSAF), Claudia Del Barba (ERSAF), Lucia Ratti (ERSAF).



Regione Lombardia



Canton Ticino

STRADA

**STRATEGIE DI ADATTAMENTO
AI CAMBIAMENTI CLIMATICI
PER LA GESTIONE DEI RISCHI
NATURALI NEL TERRITORIO
TRANSFRONTALIERO**



Programma di cooperazione
transfrontaliera
ITALIA SVIZZERA 2007 - 2013



Fondo europeo di sviluppo regionale

LE OPPORTUNITÀ NON HANNO CONFINI

Titolo progetto

STRADA - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero

Dati fondamentali

Programma:

Programma di cooperazione transfrontaliera INTERREG IVA Italia - Svizzera

Asse:

Ambiente e Territorio

Obiettivo:

Gestione congiunta dei rischi naturali (geologici, idraulici e valanghivi) ed ambientali (ecologici)

Durata:

15/01/2010 - 15/01/2013

(il progetto è stato prorogato di 6 mesi con scadenza posticipata al 15/07/2013)

Costo totale Italia:

Euro 2.563.638,00

Contributo pubblico Italia:

Euro 2.540.00,00

Costo totale Svizzera:

Euro 531.610,00 (CHF 850.576)

Partner di progetto

Capofila italiano:

Regione Lombardia - DG Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

Capofila svizzero:

Cantone Ticino - Dipartimento del Territorio, Divisione delle Costruzioni,
Ufficio dei Corsi d'Acqua

Altri partner italiani

- Regione Lombardia - Direzione Generale Protezione Civile
- Regione Piemonte - Direzione Ambiente, Settore Tutela Quantitativa e Qualitativa delle Acque e Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, Settore Protezione Civile e Sistema Antincendi Boschivi (A.I.B.)
- ARPA Piemonte (Agenzia Regionale della Protezione dell'Ambiente del Piemonte)
- Regione Autonoma Valle d'Aosta – Dipartimento di Difesa del Suolo e Risorse Idriche
- ARPA Lombardia (Agenzia Regionale della Protezione dell'Ambiente della Lombardia)
- ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste)

Altri partner svizzeri:

- Cantone dei Grigioni – Dipartimento Costruzione, Trasporti e Foreste, Ufficio Forestale, Sezione Pericoli Naturali
- Cantone Vallese – Département des Transports, de l'Équipement et de l'Environnement, Service de la Protection de l'Environnement, Section Déchets et Eaux Souterrains

Referenti

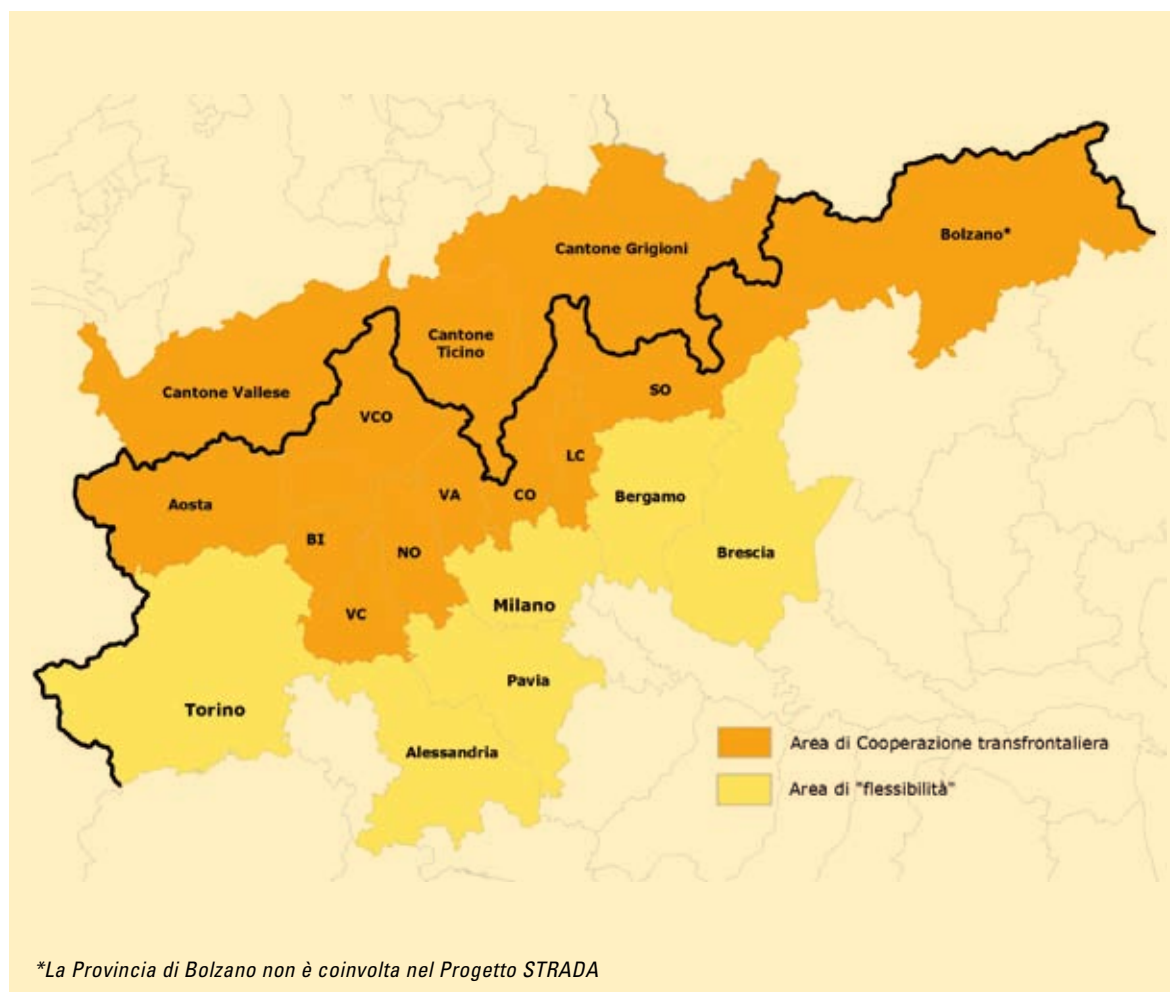
Referente Italia

Viviane Iacone
Piazza Città di Lombardia 1
20124 Milano
Tel. 0039 02 6765 1
Fax 0039 02 6765 4180
viviane_iacone@regione.lombardia.it

Referente Svizzera

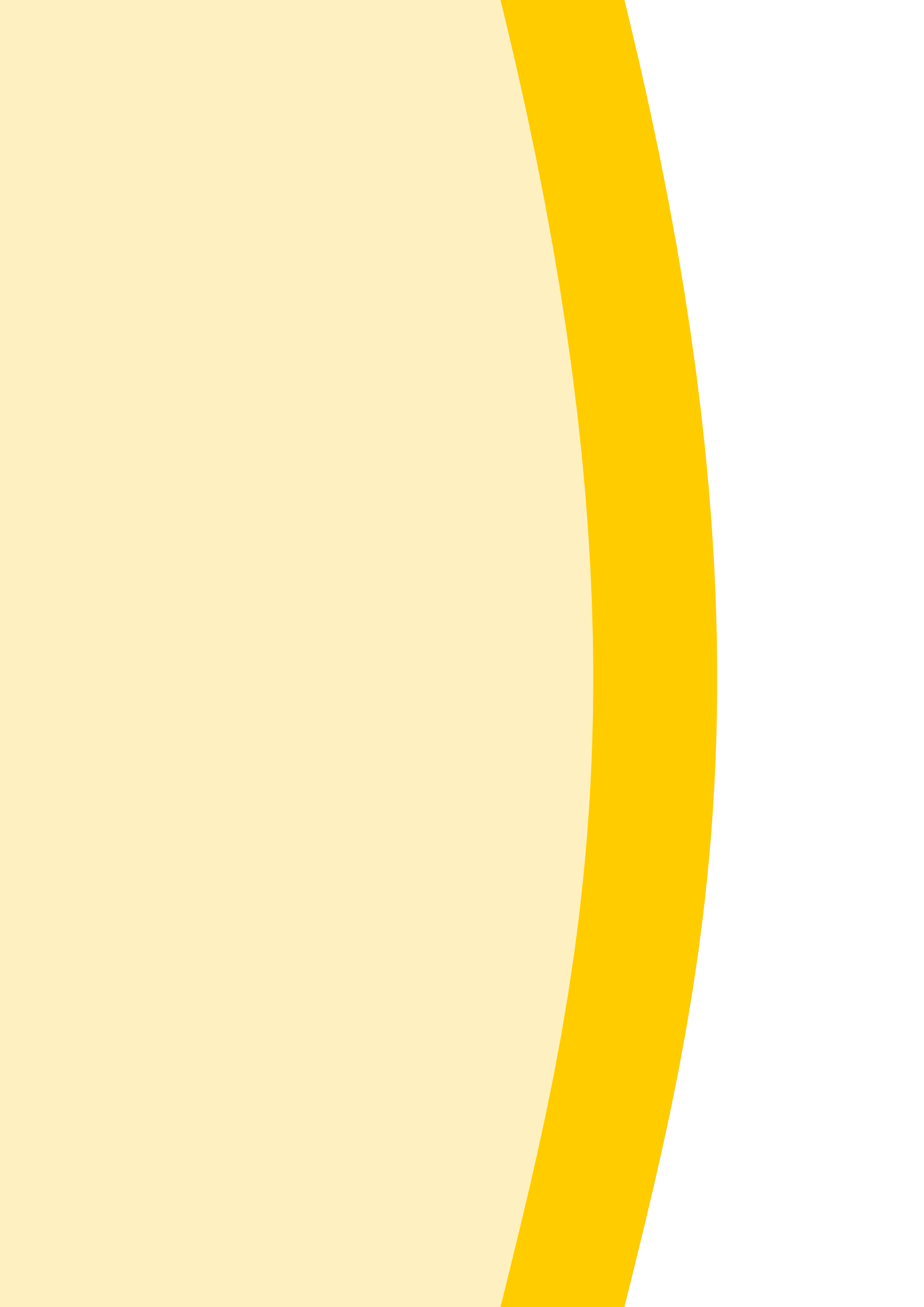
Laurent Filippini
Viale Stefano Franscini 17
6501 Bellinzona
Tel. 0041 91 814 3844
Fax 0041 91 814 44 42
laurent.filippini@ti.ch

Area di cooperazione



INDICE

Introduzione al documento finale del Progetto Strada: scopo e struttura del documento	pag. 7
Sezione 1	
Il Progetto Strada: introduzione generale	» 9
Sezione 2	
L'articolazione di una strategia di adattamento	» 15
Sezione 3	
Le tesi del Progetto Strada: lezioni apprese dal partenariato nella definizione di strategie di adattamento	» 19
Sezione 4	
Report 1	
Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la regolazione dei laghi Maggiore e Ceresio	» 39
Report 2	
Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la gestione delle sorgenti di montagna	» 53
Report 3	
Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la gestione delle valanghe di piccole e medie dimensioni	» 69
Sezione 5	
Conclusioni	» 85



Introduzione al documento finale del Progetto Strada: scopo e struttura del documento

Il progetto INTERREG IV A transfrontaliero Italia-Svizzera STRADA ha avuto l'ambizione di affrontare tematiche complesse dal punto di vista dell'impatto della variabilità e del cambiamento climatico in un'area unica al mondo per la sua specificità geografica e la sua importanza culturale, industriale, energetica e strategica: i partner del progetto, sulla base degli obiettivi condivisi e dei risultati raggiunti nelle loro attività, hanno infatti definito strategie di adattamento al cambiamento climatico negli ambiti della gestione dei laghi prealpini transfrontalieri, delle sorgenti di montagna e delle valanghe frequenti.

Il presente documento ha lo scopo di illustrare le lezioni apprese dal partenariato nell'ambito dell'elaborazione di strategie di adattamento al cambiamento climatici. Durante l'ultimo anno del progetto, con il supporto di un Comitato Tecnico Scientifico appositamente costituito e formato dai Cantoni svizzeri dei Grigioni, del Ticino e del Vallese e dalle Regioni italiane della Lombardia, del Piemonte e della Valle d'Aosta, si è proceduto ad armonizzare i risultati delle azioni e ad individuare alcuni elementi significativi e comuni delle singole strategie di adattamento; è emersa inoltre l'opportunità di un allargamento a riflessioni di ampia portata, allo scopo di produrre indicazioni chiare e il più possibile complete e applicabili per gli scopi della pianificazione territoriale e della gestione del rischio nelle aree interessate. Il partenariato e il Comitato Tecnico Scientifico hanno quindi convenuto, per quanto concerne la preparazione della pubblicazione finale di progetto, di optare per un documento agile che sia rivolto principalmente a soggetti istituzionali e decisori politici che, nelle loro attività, si confrontano con la gestione delle risorse naturali e con la prevenzione dei rischi.

Il documento è strutturato come segue:

- Nella **sezione 1** è proposta una breve introduzione al Progetto Strada nella sua generalità, nei suoi aspetti e nei suoi obiettivi complessivi, e sono descritti gli aspetti essenziali delle 6 Azioni che compongono il Progetto.
- Nella **sezione 2** vengono descritti in generale i punti fondanti e gli aspetti qualificanti nell'articolazione di una strategia di adattamento.
- Nella **sezione 3** sono enunciate le strategie di adattamento proposte dal progetto Strada, esemplificate sotto forma di tesi, o lezioni apprese dal partenariato all'interno del progetto. Ogni tesi è com-

posta da una breve enunciazione, dalla presentazione di un esempio concreto tratto da una o più delle attività di progetto e dalla formulazione più approfondita della tesi stessa che, partendo dal caso concreto, vuole veicolare le lezioni apprese e delineare delle indicazioni o messaggi comuni per un adattamento coerente al cambiamento climatico. In particolare sono presentate le criticità e i problemi emersi, così come alcune proposte concrete maturate dalle esperienze raccolte nel corso del progetto.

- Nella **sezione 4** sono raccolti i report strategici di dettaglio per le tematiche dei laghi transfrontalieri, delle sorgenti di montagna e delle valanghe di piccole e medie dimensioni.
- Nella **sezione 5** sono richiamate e descritte le conclusioni del Progetto.

Sezione 1

Il Progetto Strada: introduzione generale

Il Progetto STRADA - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero - è un progetto che si sviluppa nel quadro del Programma di cooperazione transfrontaliera europea INTERREG IV A Italia - Svizzera 2007 - 2013.

Il Programma INTERREG IV A Italia – Svizzera 2007 – 2013 ha come principale obiettivo quello di promuovere attività progettuali che mirino al rafforzamento della cooperazione transfrontaliera al fine del raggiungimento degli obiettivi fissati dalle Strategie di Lisbona (crescita, occupazione e maggiore coesione sociale) e di Göteborg (protezione dell’ambiente e sviluppo sostenibile).

Con i suoi 700 km di lunghezza, una superficie di circa 38.000 Km² ed una popolazione di 4.181.879 abitanti, l’area di cooperazione tra Italia e Svizzera rappresenta infatti una delle principali aree nel cuore d’Europa sia in termini di posizionamento geografico che in termini di rilevanza economica.

Il Programma INTERREG IV A Italia – Svizzera 2007 – 2013 promuove progetti di cooperazione su tre assi prioritari:

- a) “Ambiente e Territorio”, il cui principale obiettivo è quello di coniugare lo sviluppo del territorio con la gestione sostenibile dell’ambiente;
- b) “Competitività”, al fine di incentivare lo sviluppo di un’economia di sistema basata sull’innovazione e sull’integrazione delle risorse turistiche e delle reti e di servizi di trasporto nelle aree transfrontaliere;
- c) “Qualità della vita” che mira ad incrementare la qualità della vita nelle aree rafforzando i processi di cooperazione in ambito sociale e istituzionale e valorizzando il patrimonio culturale.

L’area di cooperazione del Programma comprende le Province di Como, Lecco, Sondrio e Varese (Regione Lombardia), le Province di Vercelli, del Verbano-Cusio-Ossola, di Biella e Novara (Regione Piemonte), la Provincia Autonoma di Bolzano, la Regione Autonoma Valle d’Aosta e i tre Cantoni svizzeri del Ticino, del Vallese e dei Grigioni.

Sono ammesse a partecipare, come zone adiacenti, anche le Province di Milano, Monza e Brianza, Bergamo, Brescia, Pavia (Regione Lombardia), Torino e Alessandria (Regione Piemonte)

Infine, è importante sottolineare che il Programma INTERREG IV A Italia – Svizzera è uno dei 53 programmi di cooperazione transfrontaliera stabiliti dalla Politica di Coesione Europea per il periodo

2007 – 2013 nel quadro della Cooperazione Territoriale Europea ed è finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) con una dotazione € 68.811.858,00 su un budget totale di Programma di € 91.794.144,00.

Il progetto strategico Strada, strategico in quanto promosso da gran parte delle Amministrazioni coinvolte nel programma e su problematiche di elevata complessità e con un forte impatto sul territorio, si sviluppa nel contesto dell'Asse "Ambiente e Territorio" e nel quadro dell'obiettivo operativo "Incentivare una gestione congiunta dei rischi naturali (geologici, idraulici e valanghivi) e ed ambientali (ecologici)".

Nel contesto del cambiamento climatico attuali e delle conseguenti variazioni nelle variabili meteorologiche e nel ciclo idrologico, la gestione dei rischi naturali in un territorio così complesso come l'area transfrontaliera tra Italia e Svizzera non può prescindere da un approccio integrato e partecipato per lo sviluppo di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, con l'obiettivo di programmare una gestione più adeguata e sostenibile del territorio.

Il Progetto Strada, declinato in 6 Azioni, si è concentrato, come principali tematiche di ricerca e di attività, sulla gestione delle risorse idriche e dei rischi idrogeologici nel contesto di un clima che cambia.

Obiettivo principale è stato quello di proporre strategie di adattamento al cambiamento climatico per tre tematiche chiave: la gestione dei laghi transfrontalieri (il Lago Maggiore e il Lago di Lugano), la gestione delle sorgenti di montagna e la gestione delle valanghe di piccola e media dimensione. Importanti attività progettuali hanno riguardato inoltre la caratterizzazione delle precipitazioni estreme nel territorio transfrontaliero e la sperimentazione di procedure di protezione civile congiunta tra Italia e Svizzera.

Nello spirito del coordinamento transfrontaliero è stato istituito un Comitato Tecnico Scientifico, costituito da membri in rappresentanza delle tre regioni e dei tre cantoni partecipanti al progetto (Grigioni, Lombardia, Piemonte, Ticino, Valle d'Aosta, Vallese), che si è occupato di armonizzare la struttura delle strategie di adattamento definite nelle tre tematiche chiave.

Il progetto ha redatto il presente documento strategico condiviso, organizzato secondo le lezioni apprese nella definizione delle strategie di adattamento; ad esso sono allegati i tre report specifici delle strategie per la gestione dei laghi, delle sorgenti e delle valanghe.

Ognuna delle 6 Azioni progettuali ha inoltre preparato report dettagliati delle attività svolte, nonché pubblicazioni e documenti specifici su singoli temi.

L'insieme dei report, dei materiali e dei prodotti del Progetto Strada, e tutte le informazioni relative alle attività progettuali, ai workshop e alle giornate di confronto e di formazione, è disponibile al sito www.progettostrada.net e sul dvd di Progetto.

Le Azioni del progetto Strada e i partner coinvolti in ciascuna di esse, sono elencate e brevemente descritte nel seguito:

Azione 1: Coordinamento scientifico del Progetto, informazione e comunicazione

- Coordinamento: ERSAF e Regione Lombardia - D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile
- Partecipanti: tutti i partner

Il coordinamento del Progetto Strada è stato affidato ad ERSAF e alla Regione Lombardia, D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile. Le attività della sottoazione 1.1 hanno riguardato il coordinamento scientifico, con il monitoraggio e l'armonizzazione delle attività progettuali e l'or-

ganizzazione dei Comitati di Pilotaggio. La sottoazione 1.2 si è concentrata sulla raccolta e sulla condivisione di informazioni e pubblicazioni riguardanti il cambiamento climatico e le strategie di adattamento in aree montane e idrograficamente complesse, con particolare attenzione ai territori transfrontalieri. La sottoazione 1.3 ha provveduto alle attività di informazione e comunicazione esterna del Progetto, in particolare attraverso la gestione del sito web www.progettostrada.net, che raccoglie l'insieme dei documenti prodotti dal partenariato e le notizie relative alle attività progettuali. Il coordinamento ha inoltre sviluppato contatti con network tematici europei relativi all'adattamento al cambiamento climatico (piattaforma UE Climate Adapt) e organizzato workshop di confronto e formazione.

Azione 2: Ottimizzazione delle risorse d'acqua, il sistema Lago Maggiore - Lago di Lugano

- Coordinamento:
 - Regione Lombardia - D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile;
 - Cantone Ticino - Dipartimento del territorio - Ufficio dei corsi d'acqua.
- Partecipanti:
 - Regione Piemonte - Direzione ambiente;
 - Regione Lombardia - D.G. Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile;
 - ARPA Piemonte.
 - Cantone Ticino - Dipartimento del Territorio, Ufficio dei corsi d'acqua.
- Altri enti coinvolti (come osservatori):
 - CIPAIS (Commissione Internazionale per la Protezione delle Acque Italo-Svizzere);
 - Autorità di Bacino del Fiume Po;
 - Provincia di Pavia;
 - AIPO (Agenzia Interregionale Po)

È possibile regolare il Lago Maggiore e il Lago di Lugano migliorando la soddisfazione di tutti i portatori di interesse? Come ridurre la frequenza delle esondazioni a Locarno e Verbania, senza arrecare danni agli ecosistemi, salvaguardando al contempo la sicurezza della città di Pavia? Qual è l'influenza del fiume Po sulle piene in questa città? La regolazione dei livelli può incidere sulla comparsa di alghe indesiderate o sulla riproduzione della fauna ittica? Quali correttivi apportare ai regolamenti in vigore?

Sono alcune delle domande a cui ha cercato di rispondere l'Azione 2 del Progetto Strada, che ha valutato gli effetti di modifiche normative, strutturali e gestionali nella regolazione delle acque dei due laghi prealpini transfrontalieri, anche alla luce di possibili scenari di cambiamento climatico.

Utilizzando un approccio partecipato e multidisciplinare e per ciascuno dei 22 settori di interesse individuati, il progetto ha definito opportuni indicatori e sviluppato modelli di simulazione che riproducono le principali dinamiche presenti nel sistema.

Per esplorare lo spazio decisionale e ricercare soluzioni efficienti sono state utilizzate tecniche di ottimizzazione. Il processo negoziale tra i settori si è svolto con strumenti grafici innovativi. Le alternative di compromesso individuate considerano diverse ipotesi quali la regolazione separata secondo la normativa vigente, il coordinamento dei due laghi, una modifica della fascia di regolazione e il rifacimento dello sbarramento di regolazione del Lago Maggiore.

I risultati mostrano che migliorare la capacità di regolazione allarga lo spazio di decisione e

permette di trovare compromessi equi; al contempo attenua, almeno in parte, gli effetti negativi indotti dal cambiamento climatico.

Oltre alle attività relative alla pianificazione, l’Azione ha previsto lo studio di un sistema di supporto alle decisioni per la regolazione della traversa della Miorina che consente la costruzione di scenari di evoluzione del livello del Lago Maggiore in relazione alla previsione degli afflussi al lago ed alle azioni di regolazione della traversa. Per la determinazione delle portate al lago, è stato utilizzato il modello idrologico operativo presso il Centro Funzionale Regionale, accoppiato alle previsioni meteorologiche a medio termine.

Azione 3: Gestione delle sorgenti di montagna

- Coordinamento: Regione Valle d’Aosta - Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche.
- Partecipanti: Cantone del Vallese - Département des Transports, de l’Équipement et de l’Environnement, Service de la protection de l’environnement, Section déchets et eaux souterraines.

L’Azione 3 di progetto ha avuto la finalità di analizzare l’effetto che il riscaldamento globale, riscontrato negli ultimi decenni nelle zone di montagna, ha prodotto nella gestione integrata delle risorse idriche, e in particolare delle sorgenti.

Le fasi preliminari di progetto, che prevedevano la scelta delle sorgenti da strumentare, hanno evidenziato la difficoltà di poter correlare i dati idrogeologici con i dati meteorologici e geologici in possesso dei vari enti. Spesso e volentieri, infatti, tali dati, benché disponibili, non sono facilmente reperibili oppure non sono di facile consultazione, in quanto manca uno standard in termini di costituzione di archivi numerici.

Durante lo svolgimento delle attività, si è cercato di individuare un sistema ottimale di gestione integrato delle sorgenti al fine di ottenere la migliore strategia di protezione possibile.

In termini di sviluppo sostenibile, sono state individuate tre azioni che dovrebbero essere intraprese per una corretta gestione della risorsa idrica in un contesto montano:

- definizione di una strategia di monitoraggio: le reti di monitoraggio della risorsa idrica dovranno assolutamente integrare i dati di sorgenti, falde acquifere, precipitazioni e ghiacciai, nonché dati relativi alle opere di captazione;
- definizione di strategie per l’utilizzo della risorsa idrica: la gestione della risorsa idrica dovrà prendere in considerazione non solo l’evoluzione del contesto territoriale, ma anche le esigenze delle differenti reti di distribuzione esistenti (acqua potabile, irrigazione, produzione di energia idroelettrica, ...) per un’ottimizzazione dei consumi;
- definizione di strategie di protezione della risorsa idrica: partendo dai dati del monitoraggio della risorsa idrica (combinando, ad esempio, dati geologici, idrogeologici e meteorologici) dovranno essere adeguate le misure restrittive da adottare nelle aree di salvaguardia delle sorgenti.

Azione 4: Analisi delle valanghe di piccole e medie dimensioni

- Coordinamento: Regione Autonoma Valle d’Aosta - Dipartimento difesa del suolo e risorse idriche.
- Partecipanti:
 - Regione Lombardia – Direzione Generale Protezione Civile, Prevenzione e Polizia locale;

- ARPA Lombardia;
- Regione Piemonte – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente;
- Cantone dei Grigioni - Ufficio forestale dei Grigioni, Sezione pericoli naturali;
- Cantone del Vallese - Service des forêts et du paysage (SFP), section des dangers naturels.

Gli addetti alla sicurezza valanghe devono spesso prendere decisioni sulla chiusura di strade e/o comprensori sciistici. Tali decisioni sono spesso difficili a causa della mancanza sia di previsioni locali specifiche sulla possibile evoluzione delle caratteristiche del manto nevoso e delle condizioni meteorologiche, sia della loro influenza sulla dinamica delle valanghe e delle distanze di arresto.

In passato, i metodi di gestione del rischio valanghe, non prendendo in considerazione una correlazione diretta tra le proprietà del manto nevoso e la dinamica delle valanghe, non sono risultati sempre adeguati. Per ovviare a questo inconveniente, nell’Azione 4 di progetto, sono state sviluppate nuove metodologie che hanno permesso di migliorare le procedure d’identificazione automatica delle aree di potenziale distacco e di stimare meglio le distanze di arresto di valanghe di varie dimensioni e tipologie, considerando la possibile influenza del manto nevoso sulle aree di distacco, scorrimento ed accumulo. Giornate di disseminazione e confronto hanno permesso di discutere queste nuove conoscenze con i diretti utilizzatori.

Il progetto ha consentito, pertanto, di elaborare strategie per l’adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione delle valanghe frequenti in zone transfrontaliere. In particolare, si è giunti alla formulazione di tre potenziali livelli di strategie basati su:

- monitoraggio e definizione di criteri di base, per l’elaborazione di scenari di pericolo a scala di bacino;
- simulazione di differenti scenari di pericolo, attraverso l’utilizzo di modelli di dinamica valanghiva;
- simulazione di differenti condizioni del manto nevoso, attraverso l’utilizzo di modelli di simulazione del manto nevoso, in tempo reale e a scala di vallata.

Azione 5: Caratterizzazione delle precipitazioni estreme

- Coordinamento: Regione Piemonte - ARPA Piemonte.
- Partecipanti:
 - Regione Lombardia - Direzione Generale Protezione Civile, Prevenzione e Polizia locale;
 - ARPA Lombardia – U.O. Servizio Idrografico;
 - Cantone Ticino – Dipartimento del Territorio, Ufficio dei corsi d’acqua.

Negli ultimi anni si sta assistendo, alle nostre latitudini, ad un profondo cambiamento nella tipologia e nella distribuzione delle piogge molto probabilmente legato al cambiamento climatico globale. In particolare si stanno osservando l’aumento dei giorni non piovosi consecutivi e l’acuirsi di fenomeni piovosi brevi e molto intensi simili ad acquazzoni tropicali. In un bacino imbrifero come quello del Lago Maggiore, riparato della fascia alpina e situato in una zona temperata con clima fino a pochi anni fa considerato di tipo continentale-mediterraneo e più precisamente “clima della fascia dei grandi laghi italiani”, questi fenomeni si stanno già manifestando. Conoscere la distribuzione e la frequenza degli eventi pluviometrici brevi e intensi è fondamentale in quanto le conseguenze del cambiamento del regime pluviometrico di un’area si riflettono sul reticolo idrografico. Caratterizzare da un punto di vista statistico le precipitazioni intense in una determinata porzione di territorio è un problema complesso: farlo in un ambito montano costituito dalle Alpi ne complica ulteriormente l’analisi.

Lo sviluppo di reti meteorologiche automatiche avvenuto negli ultimi 20 anni consente oggi di integrare i dati storici derivanti dalle reti di misura meccaniche con un'informazione pluviometrica di maggior dettaglio spazio-temporale rispetto al passato. L'utilizzo di questi dati ha permesso di ricostruire il regime pluviometrico delle precipitazioni brevi ed intense per il territorio delle Alpi occidentali e di analizzare le variazioni in relazione al cambiamento climatico globale.

Azione 6: Definizione e sperimentazione di strategie di adattamento comuni ai cambiamenti climatici

- Coordinamento: Regione Piemonte - Settore Protezione civile.
- Partecipanti: tutti i partner.

La gestione dei rischi naturali non può prescindere da un approccio integrato, basato sull'acquisizione e la diffusione delle conoscenze sviluppate negli ultimi anni in merito ai possibili impatti del cambiamento climatico, in particolare su aree sensibili come quelle montuose, caratteristiche del territorio transfrontaliero tra Italia e Svizzera.

Questa Azione rappresenta il punto nodale del progetto, in quanto consiste nella definizione di strategie comuni di adattamento al cambiamento climatico, in relazione ai temi trattati nelle diverse azioni. Rappresenta quindi la sintesi, in un documento condiviso tra i partner, dei risultati raggiunti, attraverso la definizione e la messa a punto di strategie comuni rivolte alle istituzioni, utili a fronteggiare gli effetti indotti dai cambiamenti climatici nei vari ambiti naturali indagati.

In tale contesto si è anche affrontata l'analisi di come il sistema di protezione civile possa sviluppare strategie di operatività territoriale sempre più efficaci, per dare risposte concrete di supporto alla popolazione eventualmente colpita da eventi calamitosi.

Attraverso l'organizzazione di un'esercitazione congiunta a scala reale ("full scale") con gli operatori di protezione civile di ambito transfrontaliero, si è infine voluto misurare la risposta del sistema di protezione civile a fronte di un evento calamitoso nel contesto territoriale del Lago Maggiore, a seguito di precipitazioni piovose intense e durature. La valutazione dei risultati ottenuti si è tradotta in raccomandazioni, sotto forma di "ritorno d'esperienza" delle attività svolte.

Sezione 2

L'articolazione di una strategia di adattamento

Il **cambiamento climatico** è una realtà indiscutibile e comprovata, e impone una riflessione e un'azione immediata da parte dei decisori politici e dei diversi attori economici e sociali che vivono e operano su un territorio. Il cambiamento climatico in atto e quello proiettato per i prossimi decenni, inoltre, ha ed avrà effetti importanti in aree particolarmente vulnerabili quali le zone di montagna e i territori con una ricca idrografia, ossia caratterizzati da significativi bacini lacustri e fluviali: proprio in questi territori, come l'intera area transfrontaliera italo-svizzera, è necessario concentrare gli sforzi e ideare politiche d'azione ed interventi condivisi volti a rendere il territorio più adatto e più funzionale nella mutata realtà climatica e a minimizzare le perdite, in termini umani, ecologici ed economici, che si avrebbero in caso di mancato intervento.

Le **strategie di adattamento** rappresentano l'insieme delle azioni e delle politiche d'intervento da attuarsi su un territorio allo scopo di fronteggiare il cambiamento climatico presente e atteso. Una strategia di adattamento è complessa e si compone, nella sua definizione ottimale, di diversi punti. Il ciclo di vita di una strategia di adattamento prevede azioni sia a livello di indagine scientifica e d'intervento tecnico sul territorio sia a livello decisionale, politico e amministrativo.

Il passo iniziale nella pianificazione di una strategia di adattamento prevede la **definizione della governance del processo decisionale e dell'ambito di intervento**: occorre infatti definire su quale area e quale insieme di problemi sia necessario intervenire, quali siano gli obiettivi che ci si prefigge, nonché il percorso e le tempistiche della strategia stessa e quale sia il ruolo dei diversi attori e soggetti agenti sul territorio, mettendo in luce le criticità, le vulnerabilità e le potenzialità del contesto di intervento e quale sia il ruolo della strategia all'interno della filiera del processo decisionale.

L'articolazione di una strategia di adattamento, così come condivisa dal Comitato Tecnico Scientifico del Progetto Strada, prende avvio dalla definizione di un **quadro conoscitivo di riferimento** per il territorio in cui si intende intervenire, ossia dalla raccolta di dati rilevanti e significativi per gli obiettivi prefissi, e che siano di tipo geografico, morfologico, meteorologico, ma anche legislativo, amministrativo, urbanistico e demografico. Il quadro conoscitivo di riferimento permette di fare il punto sulla situazione attuale dell'area di intervento, in termini ambientali e d'assetto istituzionale: è evidente che un simile quadro non potrà essere del tutto completo e soddisfacente: nonostante ciò,

è indispensabile definire una base di dati di partenza e provvedere a innescare il processo decisionale sulla base delle informazioni esistenti, comunicando esplicitamente quali siano le lacune, se e come sia possibile ovviarvi, e parallelamente provvedendo all'arricchimento della base delle conoscenze, anche in funzione della necessità di fornire elementi di flessibilità alla strategia e possibilità di ri-orientamento della stessa.

La costruzione del quadro conoscitivo è funzionale alla necessità di porsi in uno **scenario futuro di riferimento** che, articolato su diverse tappe temporali coerenti con i tempi della strategia e della sua attuazione, fornisca stime ragionevoli delle variazioni dei parametri ambientali e meteorologici, nonché delle politiche, dell'assetto istituzionale, del quadro normativo, proiettando inoltre variabili di tipo sociologico e demografico secondo opportune ipotesi ed opportuni modelli. Si può lavorare sull'ipotesi di scenario più probabile, nell'arco temporale dell'attuazione e del ciclo di vita della strategia, definendo inoltre, per le variabili più critiche, un intervallo di variabilità compreso tra uno scenario più pessimistico e uno più ottimistico: le azioni che verranno proposte dovranno essere tali da non produrre risultati inaccettabili anche nel caso in cui si verifichi uno scenario indesiderabile.

La costruzione del quadro conoscitivo e dello scenario di riferimento rappresenta la base per la **definizione degli obiettivi e degli indicatori di una strategia**, ovvero delle finalità operative, generali e specifiche, che si intende perseguire attraverso l'implementazione della strategia di adattamento, e degli indicatori che permettono di valutarne lo stadio di realizzazione e di soddisfazione. La definizione di obiettivi e indicatori rappresenta dunque il passo concettuale che permette di definire operativamente le strategie vere e proprie.

Il passo successivo è la **generazione delle diverse alternative d'azione** per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. A questo scopo si definiscono le tipologie d'intervento possibili (dalla costruzione di opere, ad interventi di tipo gestionale e normativo), si descrivono le diverse azioni praticabili e il loro intero ciclo di vita. La generazione di diverse alternative è la premessa per arrivare a una selezione condivisa, con i soggetti interessati agenti nel territorio, sia delle singole azioni sia della strategia nel suo complesso.

A tale scopo occorre valutare gli effetti a largo spettro, ossia stimare **effetti** che siano di tipo economico, sociale, territoriale e ambientale. Gli effetti possono essere diretti, ossia direttamente correlati all'azione implementata, o indiretti, ossia connessi a conseguenze secondarie e non immediate dell'azione stessa, in modo tale da prevedere eventuali interventi di mitigazione e di compensazione di effetti indesiderati; devono essere inoltre considerati gli effetti sinergici dell'insieme delle azioni che possono rientrare nella strategia e gli effetti cumulati della strategia nel suo complesso.

La stima degli effetti si traduce nel **confronto e nella scelta tra le alternative**. La fase di confronto e scelta è delicata e complessa, comporta diversi stadi di negoziazione tra i diversi portatori di interesse del territorio in esame e implica la selezione per eliminazione successiva delle alternative che generino conflitti tra gli attori implicati nella scelta, o che risultino via via meno soddisfacenti, e nella generazione di nuove alternative.

Al fine di rendere realmente attuabile la scelta di una strategia condivisa e selezionata è necessario definire criteri, strumenti e indirizzi di attuazione delle azioni e della strategia stessa.

Non ci si può tuttavia limitare all'elaborazione di una strategia, ma è necessario seguirla in tutta la sua fase di attuazione attraverso il **monitoraggio** nel suo intero ciclo di vita, destinandovi risorse,

progettandolo e definendone la governance, in modo tale da tenere sotto controllo la possibilità di raggiungere gli obiettivi prefissati, di poter riorientare le azioni e, eventualmente, attuare ulteriori interventi di mitigazione e compensazione in caso di eventuali situazioni indesiderate.

Di importanza cruciale in tutti i passi del ciclo di vita di una strategia di adattamento è il **coinvolgimento e la partecipazione dei diversi soggetti**, gli attori e portatori d'interesse dell'area in cui si interviene. La necessità del coinvolgimento e della partecipazione avviene attraverso l'informazione e la comunicazione verso i soggetti interessati, volta all'instaurazione di un processo decisionale condiviso lungo tutte le fasi dell'elaborazione e dell'attuazione di una strategia di adattamento.

Sezione 3

Le tesi del Progetto Strada: lezioni apprese dal partenariato nella definizione di strategie di adattamento

*“Ora sono in una terra straniera,
in una terra a me del tutto sconosciuta”*

Värttinä, epica finlandese

Nell'epica finlandese, il conoscere una cosa, e specialmente il darle un nome, significa riuscire a dominarla.

Tesi 1 / Lezione appresa 1:

Cosa sappiamo, cosa occorre sapere e come ci muoviamo?

L'incertezza: prenderne coscienza e agire. Valorizzare l'esistente, capire come usarlo e ampliarlo nei limiti di tempo e risorse dati.

È necessario prendere coscienza dell'incertezza che permea il contesto in cui si prendono le decisioni: l'incertezza scientifica, la lacunosità della base dei dati, le incertezze nelle ipotesi e nei modelli, le incertezze normative e amministrative. E mettere comunque in movimento il processo decisionale.

La raccolta di dati e di informazioni rilevanti e significative per la creazione di un quadro conoscitivo di riferimento è volta alla conoscenza più accurata possibile del territorio sul quale si desidera intervenire. Le informazioni potenzialmente necessarie includono variabili fisiche, morfologiche, sociali, demografiche, insediative, così come l'assetto istituzionale e il quadro programmatico, ambientale e paesaggistico che caratterizza il territorio.

La costruzione del quadro conoscitivo rappresenta un passo cruciale nella creazione di una strategia di adattamento, ma è immediatamente evidente che il quadro di riferimento possa ben difficilmente essere completo in tutte le sue parti e che la ricerca di nuovi dati e conoscenze rilevanti e il controllo di qualità di questi dati, nei limiti di tempo e di risorse concessi, siano un impegno fondamentale nel ciclo di vita di una qualsiasi strategia di adattamento, in particolare in un'area complessa come quella interessata dal Progetto Strada. L'incertezza è una realtà intrinseca alla definizione di una strategia di adattamento: è inevitabile confrontarsi con essa e, così come non è data la possibilità di un rischio zero (si veda, in tal senso, anche la tesi 6), non esisterà mai un contesto ad incertezza zero.

L'incertezza che ci si trova a fronteggiare è anche relativa ai modelli di proiezione delle variabili nel futuro e alle ipotesi relative alla demografia, la società, l'energia e alle possibili variazioni di leggi e norme nel futuro. E' necessario in particolare sottolineare come le proiezioni da modelli climatici debbano, allo stato attuale delle simulazioni disponibili, essere riscaldate tenendo conto delle caratteristiche climatologiche locali secondo procedure adeguate: sono infatti i modelli climatici riscalcati a rappresentare il possibile scenario di riferimento in cui inquadrare le azioni future.

Nel contesto di una conoscenza mai del tutto completa delle variabili naturali e umane del territorio su cui si desidera intervenire, è indispensabile definire comunque una base di dati di partenza e innescare un processo decisionale sulla base delle informazioni disponibili, comunicando esplicitamente l'incertezza scientifica legata a tali lacune e come sia possibile ovviarvi, e come l'incertezza scientifica legata a tali lacune debba essere valutata e comunicata nell'attuazione delle strategie. Parallelamente, occorre progettare un miglioramento del quadro conoscitivo su tempi lunghi destinandovi risorse, allo scopo di provvedere ad ampliare la base di conoscenze, orientando la ricerca anche in ragione di quanto emerge dall'implementazione della strategia di adattamento e dal suo ciclo di vita. Si veda questo proposito la tesi 5, che tratta dell'adattamento della strategia e del suo monitoraggio durante la fase di implementazione.

Si può quindi lavorare nel contesto dello scenario futuro e delle ipotesi ritenute statisticamente più solide e probabili nell'intervallo di tempo di attuazione della strategia, definendo al tempo stesso un range di incertezza di questi scenari e ipotesi, in modo tale da prevedere azioni e strategie i cui effetti risultino comunque accettabili anche nel caso in cui nella realtà, si verifichi lo scenario più indesiderabile.

La presa di coscienza della necessità di agire in un quadro di incertezza deve essere accompagnata da una chiara definizione della governance del processo decisionale, dei ruoli e delle responsabilità dei diversi attori coinvolti, in particolare in un contesto internazionale e transfrontaliero, come descritto inoltre anche nelle tesi 2 e 6.

Come si è affrontato il contesto d'incertezza nel Progetto Strada?

Il partenariato del Progetto Strada ha provveduto ad ampliare ed affinare notevolmente la base di dati disponibili, attraverso campagne di raccolta e di misura in tutte le tematiche strategiche progettuali: i laghi transfrontalieri, la gestione delle sorgenti e delle valanghe di piccole e medie dimensioni. Sono state effettuate attività di ricognizione e conoscenza della realtà amministrativa e legislativa, con particolare riferimento alle caratteristiche distinte tra procedure italiane e svizzere. Analisi e sperimentazioni di nuovi modelli matematici e nuove procedure sono state attività chiave in particolare nella gestione delle valanghe e dei laghi, mentre l'ampliamento e il raffinamento della copertura strumentale è stato il focus principale dell'attività della tematica sorgenti. Sono stati inoltre studiati e selezionati scenari di riferimento, in termini di andamento futuro delle principali variabili meteorologiche e del futuro ciclo idrologico.

La **tematica sorgenti** ha affrontato un quadro conoscitivo incompleto, in particolar modo in termini di caratterizzazione geologica e idrogeologica e di serie storiche relative a dati di portata e a dati fisico-chimici delle acque.

All'interno del progetto sono state completate campagne di rilevamento e acquisizione dati delle sorgenti di alta montagna, media montagna e fondovalle, d'interesse in Vallese e in Valle d'Aosta, permettendo così di ampliare e rendere più robusta la base di dati disponibile; sono stati inoltre sti-

lati un inventario e una lista di priorità, in termini di vulnerabilità e numero di abitanti serviti, delle sorgenti di alta e media montagna e di fondovalle. Infine, lo studio della legislazione e delle normative nazionali e regionali in Italia e Svizzera in termini di tutela e salvaguardia delle risorse idriche ha consentito di stabilire quali siano le sorgenti sulle quali fosse prioritario intervenire al fine di garantire un approvvigionamento sostenibile di acqua.

La **tematica valanghe** ha, a sua volta, affrontato il problema di un quadro di riferimento lacunoso, in particolare in termini di conoscenza della mutua interazione tra manto nevoso e attività valanghiva, per ovviare al quale si è agito attraverso campagne di rilevamento delle caratteristiche morfologiche dei versanti e delle caratteristiche della copertura nevosa, con specifica attenzione all'ottenimento di profili stratigrafici e della distribuzione spaziale dell'altezza neve. La necessità di approfondire la comprensione di questi processi nasce dall'analisi dello scenario climatico di riferimento nell'arco alpino che proietta, un possibile aumento delle nevicate a quote superiori a 3000 m slm, e una diminuzione delle stesse a quote medio-basse (sotto i 2000 m slm), con un innalzamento del limite delle nevicate abbondanti intorno ai 1700-2000 m e una riduzione ulteriore della copertura nevosa stagionale. Questi cambiamenti influenzeranno la tipologia e la quantità delle precipitazioni solide, le trasformazioni del manto nevoso al suolo e quindi avranno un influsso sull'attività valanghiva.

Durante il progetto sono stati strumentati diversi bacini d'interesse caratterizzati da aree con presenza di distacchi naturali e artificiali: in questi bacini sono stati raccolti dati meteorologici, dati di copertura nevosa e informazioni inerenti l'attività valanghiva. Questi dati sono stati utilizzati per lo sviluppo di un modello per l'identificazione delle aree di distacco e sono serviti per validare modelli innovativi per il calcolo dinamico delle valanghe frequenti. Le caratteristiche del manto nevoso, sono state ricostruite con l'accoppiamento di metodi tradizionali manuali, con i modelli numerici SNOWPACK e ALPINE 3D che permettono la ricostruzione della struttura del manto nevoso e nel contempo, permettono di ricostruire gli scenari futuri del manto nevoso attraverso forzanti climatiche sui parametri di input.

Per quanto concerne la **tematica laghi**, modelli climatici di tipo globale e regionale (GCM e RCM sviluppati nell'ambito di progetti europei), accoppiati con modelli di tipo idrologico hanno provveduto a fornire un ampio quadro a scala locale di proiezioni di variabili meteorologiche e idrologiche per il futuro prossimo e lontano. Gli scenari prevedono l'incremento delle temperature in atmosfera, con conseguente modifica del ciclo idrologico, un aumento dei deflussi invernali e la possibilità di episodi alluvionali anche in stagioni solitamente risparmiati da questi fenomeni. E' inoltre emersa la difficoltà di costruire un quadro conoscitivo omogeneo per quanto riguarda il regime idrologico del bacino del Po, al cui interno si innesta l'area di studio di questa azione.

Le ipotesi sulla domanda irrigua attuale e futura dell'agricoltura in Lombardia e Piemonte, gli scenari normativi legati al rilascio del Deflusso Minimo Vitale e la scarsità di misure quantitative degli aspetti ambientali hanno rappresentato ulteriori criticità, contribuendo a definire il quadro di incertezza di questa azione, in cui valutare la robustezza delle alternative di regolazione del Lago Maggiore e del Lago di Lugano e la loro flessibilità.

Anche al di là delle tematiche più strettamente strategiche, il progetto Strada nel suo complesso si è posto l'obiettivo di migliorare il quadro conoscitivo, sia in termini di avanzamento delle conoscenze scientifiche sia in termini di raccolta di informazioni sulle strategie di adattamento e sui progetti internazionali in tale ambito.

L'**Azione 1** di progetto ha provveduto a una ricognizione delle pubblicazioni e dei progetti esistenti, in termini di strategie di adattamento a livello alpino, di Unione Europea e di continente europeo in generale. Importante è stata, in questo senso, la partecipazione alla piattaforma online Climate-ADAPT (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>) della Commissione Europea, un database interattivo dedicato alle strategie di adattamento a scala continentale, di cui anche il progetto Strada è entrato a far parte.

L'**Azione 5** ha, inoltre, svolto un ruolo fondamentale nel miglioramento di quadro di conoscenze sul regime di piogge nell'area alpina, provvedendo alla caratterizzazione delle precipitazioni intense nel territorio transfrontaliero attraverso la creazione di un atlante delle piogge intense, strumento che consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno. Lo strumento, che è essenziale nella caratterizzazione statistica degli eventi e nella progettazione idraulica, può essere consultato accedendo alla sezione "Applicazioni" del geoportale di Arpa Piemonte all'indirizzo: <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/>.

Inoltre è stata migliorata la conoscenza analitica degli eventi meteorologici estremi degli ultimi anni con lo sviluppo di un modello stima integrata delle piogge ad alta risoluzione spaziale e temporale che permette un uso più efficace delle informazioni meteorologiche esistenti, combinando i dati provenienti da radar meteorologico e da osservazioni a terra. Il modello è stato applicato sui dati del radar di Monte Lema, in posizione strategica rispetto al territorio del progetto, e i dati ottenuti sono stati pubblicati su web (www.arpalombardia.it).

Per il territorio lombardo è possibile accedere ai dati dell'atlante delle precipitazioni intense all'indirizzo: <http://idro.arpalombardia.it>.

*"Né ch'io poco vi dia da imputar sono,
che quant'io posso dar, tutto vi dono"*

Orlando Furioso, Ludovico Ariosto

Ariosto si rivolge alla sua governance, Ippolito d'Este, e promette la massima partecipazione nel condividere la sua opera.

Tesi 2 / Lezione appresa 2: Chi deve fare cosa, e insieme a chi?

Assicurare la governance del processo decisionale anche a lungo termine e prevedere la partecipazione degli attori interessati e agenti sul territorio

È necessario creare il disegno complessivo di una governance, definendo i ruoli, le responsabilità e gli strumenti attuativi. Occorre inoltre prevedere e strutturare il coinvolgimento e la partecipazione dei diversi attori interessati, organizzando un processo partecipato e condiviso.

Di importanza cruciale, in particolare nell'atto della definizione dell'ambito di intervento, nella scelta delle priorità e nella selezione delle diverse azioni che compongono una strategia di adattamento, è la necessità di definire la governance del processo decisionale, individuando i ruoli e le responsa-

bilità dei diversi decisori politici e amministratori locali e determinando quali siano gli strumenti attuativi delle decisioni prese. In questo senso, particolare attenzione deve essere posta sulla percezione dell'orizzonte temporale futuro, in particolare per le condizioni legate alla durata del mandato, spesso di breve durata, dei rappresentanti politici e amministrativi che hanno il compito di implementare e di monitorare le strategie stesse che necessitano, di norma, di orizzonti più ampi. Definire la governance ha lo scopo di permettere a ciascuno di poter svolgere responsabilmente il proprio compito, conformemente al suo ruolo, al suo incarico e alle sue competenze.

Oltre a definire e strutturare chiaramente la governance del processo decisionale, deve essere previsto il coinvolgimento e la partecipazione più ampi possibile degli ulteriori soggetti e portatori di interesse agenti nel territorio in cui si desidera intervenire, individuando gli attori da coinvolgere e definendo in modo trasparente il loro ruolo e grado di partecipazione. L'applicazione fattiva ed efficace di una strategia di adattamento dipende infatti in misura determinante dal grado di condivisione da parte del contesto politico e territoriale locale: sono quindi importanti sia il piano del governo politico del processo, sia il piano della partecipazione, della trasparenza e della consapevolezza per fronteggiare le barriere ambientali, economiche, di informazione, sociali, attitudinali e comportamentali che spesso si oppongono all'attuazione di interventi specifici, o di una strategia di adattamento nel suo complesso.

Il coinvolgimento e la partecipazione dei portatori di interesse locali si attuano a seconda del caso attraverso l'organizzazione di un processo condiviso di informazione, di comunicazione, di collaborazione attiva e divulgazione (workshop) e di costruzione di competenze (formazione degli operatori tecnici, educazione verso e con i soggetti interessati), che si mantenga e protragga lungo tutte le fasi dell'ideazione, della creazione, della selezione e dell'implementazione delle diverse azioni di una strategia di adattamento.

Il processo di comunicazione e informazione si compone infatti di attività capacity building, o crescita delle competenze rivolto alle istituzioni, di processi di formazione degli operatori tecnici sul campo, e di attività di educazione, attraverso opere di divulgazione e di coinvolgimento attivo, dei cittadini interessati dell'area. Il coinvolgimento e la partecipazione consentono di arricchire il processo decisionale con i valori, gli interessi, l'esperienza e i desideri della realtà locale, ampliando il quadro di conoscenze sul tessuto sociale e produttivo del territorio fino a comprenderne conflitti e aspirazioni.

Come si è arrivati a un'efficace definizione della governance e a un'effettiva partecipazione nel Progetto Strada?

Il partenariato del progetto Strada ha costruito, per tutte le tematiche strategiche, governance solide e stabili nelle aree di interesse, riuscendo a coinvolgere decisori politici rilevanti a livello regionale, cantonale e in alcuni casi nazionale.

La definizione di azioni e di strategie per le tematiche dei laghi, delle sorgenti e delle valanghe si è svolta nel contesto di un'attiva e continua partecipazione degli attori e dei portatori di interesse locali, coinvolti in seminari, corsi di aggiornamento, workshop e vere e proprie attività di negoziazione congiunta.

Nella **tematica laghi**, la definizione della governance e della partecipazione dei portatori di interesse è stata inserita a pieno titolo fra le attività di progetto già durante la sua preparazione da parte dei responsabili dell'azione, Cantone Ticino e Regione Lombardia. Il contesto transfrontaliero e la

presenza di accordi internazionali per la regolazione dei bacini lacustri impongono infatti di considerare l'aspetto di governance, dal livello locale a quello regionale e cantonale, fino a quello nazionale. Per quanto attiene la governance, già dalle fasi preparatorie del progetto si è cercato quindi di portare ad un unico tavolo tutti gli enti e le autorità che a diverso titolo sono responsabili della regolazione dei due laghi e, più generale, della gestione e del monitoraggio delle risorse idriche transfrontaliere.

In questo ambito il progetto ha applicato la procedura PIP (Procedura di Pianificazione Integrata e Partecipata), sviluppata dal Politecnico di Milano in progetti precedenti. L'idea essenziale di questa procedura è che il processo partecipativo non deve limitarsi solamente a sfruttare le informazioni raccolte tra i portatori d'interesse (partecipazione consultiva), ma coinvolgerli attivamente lungo tutto il processo, fino a negoziare per l'alternativa di miglior compromesso (partecipazione attiva).

Gli incontri di negoziazione e di scelta delle alternative hanno registrato complessivamente un buon successo, tuttavia una criticità è stata rappresentata nella prima fase dalla difficoltà di convincere tutti gli enti a collaborare al progetto mettendo a disposizione i dati e le informazioni disponibili, nonché a confrontarsi criticamente durante le varie fasi del progetto sui risultati ottenuti.

Nella **tematica sorgenti**, il ruolo della partecipazione si è esplicitato attraverso il coinvolgimento dei comuni nell'atto di strumentare le sorgenti di interesse perché fosse possibile il loro monitoraggio in tempo reale. Nel corso delle attività progettuali sono stati poi forniti corsi per la gestione della strumentazione, la raccolta dei dati e la gestione degli stessi da parte degli operatori comunali competenti in materia di sorgenti. In termini di governance del processo decisionale, i comuni e i decisori politici locali sono stati coinvolti in termini di pianificazione territoriale e definizione delle aree di salvaguardia (attività di capacity building e pianificazione), mentre i cittadini sono stati coinvolti nelle attività di progetto attraverso attività di formazione e workshop informativi.

Nella **tematica valanghe** è da sottolineare il ruolo delle Commissioni Locali Valanghe sia come esempio di governance locale, sia in termini di partecipazione dei soggetti locali interessati alle attività strategiche, in particolare per la predisposizione di linee guida. Il coinvolgimento dei gestori di comprensori sciistici e dei gestori di strade in un processo partecipato ha mostrato come sia possibile innescare il processo decisionale: in questo processo è necessario comunicare la complessità dei modelli utilizzati e delle ipotesi fatte, in un contesto in cui è indispensabile agire con tempestività e, al contempo, tutelare legalmente gli attori coinvolti.

Il confronto tra gli attori interessati nella gestione del rischio valanghe a scala locale (tecnici previsori, membri delle Commissioni Locali Valanghe, gestori dei comprensori sciistici e della viabilità ed amministratori locali), svoltosi in particolare nel corso del workshop tenutosi a Breuil-Cervinia, ha consentito di evidenziare le problematiche sperimentate da ciascuno nello svolgimento delle azioni e d'individuare strategie, per il futuro, strategie di governance, comunicazione e condivisione volto a ridurre al minimo la complessità degli scenari e a snellire procedure e tempi di reazione.

*“Non si può attraversare il mare semplicemente
rimanendo fermi a guardare l’acqua”*
Rabindranath Tagore, poeta indiano

Tesi 3 / Lezione appresa 3:

Cosa vogliamo ottenere? In quali ambiti? Con quali tempi?

Riconoscere e portare a sintesi la soggettività nella definizione degli obiettivi e dei relativi indicatori di una strategia di adattamento e generare le alternative di azione

È necessario definire, in un processo partecipato e condiviso, gli obiettivi comuni che si intende perseguire e i relativi indicatori di avanzamento e di soddisfazione di una strategia di adattamento. Gli obiettivi da perseguire devono essere dettagliati a più livelli, da quelli generali di una strategia a quelli specifici delle singole azioni, e articolati nel tempo e nello spazio. Occorre provvedere quindi alla generazione delle alternative d’azione prevedendo diverse tipologie di intervento per raggiungere gli obiettivi prefissati.

La definizione dell’ambito d’intervento, la creazione di un quadro conoscitivo, l’individuazione di uno scenario di riferimento e la costruzione di una governance rappresentano la base per la definizione sia delle finalità operative, generali e specifiche, che si intende perseguire attraverso l’implementazione delle azioni e della strategia di adattamento nel suo complesso, sia degli indicatori che permettono di valutarne lo stato di avanzamento e le prestazioni.

L’individuazione di obiettivi e indicatori rappresenta il passo concettuale che permette di definire operativamente le singole alternative d’azioni per il perseguimento degli obiettivi generali della strategia. Si distingue solitamente fra un indicatore di tipo descrittivo, che segue le caratteristiche del contesto e del ciclo di vita delle diverse azioni, rispondendo alla domande su come sia il sistema nel quale si opera e come evolva, e un indicatore prestazionale, che dà invece ragione dell’efficacia e dell’efficienza delle azioni, e come queste si misurino e si monitorino.

Agli obiettivi devono corrispondere azioni che siano volte a raggiungerli: in questo senso, l’individuazione degli indicatori permette di avviare la generazione delle diverse alternative d’azione. A questo scopo si determinano le tipologie d’intervento possibili, dalla costruzione di opere, ad interventi di tipo gestionale e normativo, si definiscono le diverse azioni attuabili e se ne descrive l’intero ciclo di vita. La generazione di diverse alternative è la premessa per arrivare a una selezione condivisa, con i soggetti interessati agenti nel territorio, sia delle singole azioni sia della strategia nel suo complesso.

La complessità nella definizione degli obiettivi e degli indicatori evidenzia anche la inevitabile soggettività nella scelta di alcuni obiettivi ed indicatori anziché altri: fondamentale è, una volta ancora, il processo partecipato con i portatori di interesse per la definizione degli obiettivi prioritari e per valutare la eventuale conflittualità o sinergia di obiettivi definiti da gruppi di interesse diversi. Questo consente di rimuovere eventuali falsi conflitti e di concentrarsi sugli obiettivi essenziali, che richiedono un maggiore sforzo di definizione ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre alcuni effetti indesiderati.

In questo contesto, è opportuno per la credibilità del processo decisionale il considerare fra le

alternative percorribili anche la cosiddetta Alternativa Zero, che corrisponde a proseguire con la strategia di gestione attuale senza prevedere nuovi interventi.

Come sono stati individuati gli obiettivi e gli indicatori nel Progetto Strada? Come sono state generate le alternative di azione?

Gli obiettivi generali e specifici delle singole tematiche di Progetto, definiti nell'atto stesso dell'ideazione del progetto, sono stati meglio definiti e articolati nel corso dello svolgimento delle attività, affinandosi e mutando a seconda di quanto il partenariato ha appreso e in ragione di un processo di selezione condivisa con i portatori di interesse.

Gli indicatori sono stati selezionati attraverso un processo ove possibile condiviso, in modo particolare per la tematica dei laghi transfrontalieri, che ha provveduto all'individuazione partecipata e condivisa degli indicatori per un'ampissima varietà di settori di interesse. La generazione delle strategie è avvenuta, nel progetto Strada, in modo distinto nelle singole tematiche, prevedendo un processo partecipato e condiviso con gli attori locali e i portatori di interesse sul territorio. Si veda, in questo senso, anche la tesi 4, che descrive la selezione e l'articolazione delle diverse strategie di adattamento. Un processo articolato e complesso di negoziazione congiunta nella definizione degli obiettivi e degli indicatori, nonché nella generazione di alternative di azione ha caratterizzato, in particolare, la tematica della gestione dei laghi transfrontalieri.

Gli obiettivi formulati dalla **tematica laghi** si inseriscono pienamente nelle aree di intervento individuate dalla Strategia di adattamento della Confederazione Svizzera in tema di gestione delle acque. In questo documento, sei dei trenta campi rilevanti d'intervento individuati sono alla base delle attività dell'Azione 2 (gestione congiunta dei bacini di accumulazione, raffreddamento delle centrali termiche, irrigazione, deflussi residuali, regolazione dei livelli lacustri, richieste internazionali). La regolazione congiunta del Lago di Lugano e del Lago Maggiore, con la selezione delle alternative ottimali di regolazione rappresenta, in particolare, il cuore dell'obiettivo generale dell'Azione. Lo scopo è di migliorare la soddisfazione dei portatori di interesse dell'intero sistema e la qualità degli ecosistemi, valutando gli effetti indotti sui comuni rivieraschi svizzeri e italiani, gli effetti sul Ticino emissario, ed in particolare sui valori delle portate di magra e di piena, garantendo al contempo l'applicazione del deflusso minimo vitale e valutando i possibili effetti sugli ecosistemi acquatici dipendenti dalla regolazione. Gli indicatori di contesto e di processo sono stati individuati, selezionati e pesati attraverso il coinvolgimento degli stakeholder dei singoli settori, richiamando altresì l'importanza del ruolo della partecipazione allargata nella definizione di obiettivi ed indicatori di progetto. La definizione di obiettivi ed indicatori rappresentativi, in particolare per il settore ambientale caratterizzato da vasti interessi e i cui obiettivi sono in genere difficilmente quantificabili, è stata una ulteriore criticità. Un ruolo importante per superarla, ha avuto anche il confronto, all'interno dello stesso settore, fra portatori di interesse per definire l'obiettivo del settore, attribuendo dei pesi ai singoli criteri. La definizione delle azioni ed alternative progettuali per la gestione congiunta dei bacini lacustri del Verbano e del Ceresio è avvenuta attraverso la generazione delle alternative ammissibili e il confronto e la scelta tra queste. Ogni alternativa è definita come una combinazione di azioni strutturali, gestionali e normative e gli effetti delle diverse alternative sono stimati calcolando i valori che tutti gli indicatori definiti per i vari comparti di interesse assumono. Le alternative ammissibili in questa fase della negoziazione sono quelle che rispondono a tre criteri: l'essere sostenute da almeno una parte, l'essere economicamente sostenibili e l'essere efficienti, ossia in grado di garantire la soddisfazione di una parte non a scapito di altre. L'inserimento dell'Alternativa Zero ha consentito ad ogni portatore di interesse di posizionare il proprio obiettivo da una parte nella storia (evitando di porre obiettivi che in realtà

appaiono più come sogni), dall'altra di conoscere gli obiettivi e l'attuale grado di soddisfazione degli altri portatori di interesse. Questo esercizio si è rivelato poi essenziale nella fase di negoziazione, permettendo a tutti una presa di coscienza della soggettività e della, inevitabile, parzialità dei propri obiettivi e dei propri indicatori.

Il confronto e la scelta tra le alternative è avvenuto attraverso la negoziazione tra i portatori d'interesse e i decisori, in un processo iterativo e partecipato in cui ogni settore ha assegnato un grado di soddisfazione alle singole alternative di azioni proposte. La valutazione del grado di soddisfazione ha permesso la definizione di azioni e di una strategia condivise.

In accordo con i decisori politici ed i portatori di interesse, inoltre, si è stabilito che la regolazione congiunta tra i due laghi avverrà unicamente in condizioni 'critiche', ossia quando i livelli del Lago Maggiore si avvicinano agli estremi inferiore e superiore della fascia di regolazione.

Il ruolo della partecipazione è, in questo contesto, incluso nella generazione partecipata delle alternative e nella negoziazione congiunta, in ragione dei settori di interesse individuati nella definizione degli obiettivi e degli indicatori.

Gli obiettivi della **tematica sorgenti** sono stati definiti attraverso una lista di priorità, in termini di abitanti equivalenti serviti nell'arco dell'anno, il contesto idrogeologico e la vulnerabilità preliminare della sorgente: si è voluto dunque garantire l'approvvigionamento di acqua di qualità nel contesto futuro del cambiamento climatico, demografico e ambientale proiettato.

Gli indicatori relativi alla demografia attesa alle diverse quote, alla stagionalità della presenza di abitanti e alla qualità delle acque nel futuro, permetteranno inoltre di comprendere se sarà necessario mutare la lista di priorità delle sorgenti ed eventualmente intervenire con nuove azioni e nuove strategie.

Gli obiettivi generali dell'area **tematica valanghe** sono stati costituiti dalla creazione di metodi di valutazione e calcolo per le valanghe frequenti da utilizzare nelle strategie di mitigazione del rischio in specifici campi di applicazione quali la gestione di vie di comunicazione e di comprensori sciistici, nonché dal miglioramento delle procedure di previsione e prevenzione del rischio valanghivo a scala locale, con la predisposizione di linee guida operative per le commissioni locali valanghe o organi tecnici consultivi similari.

Nel contesto dei due obiettivi generali, gli obiettivi specifici delle azioni della tematica valanghe sono stati la caratterizzazione statistica degli eventi frequenti, la raccolta di dati presso diversi siti sperimentali, l'approfondimento scientifico dei processi fisici che intercorrono tra manto nevoso e valanghe allo scopo di determinare quali parametri chiave, eventualmente influenzati dai cambiamenti climatici, giochino un ruolo chiave nella dinamica valanghiva, la simulazione di scenari di valanga, la simulazione degli scenari d'innnevamento, l'applicazione di una procedura statistica innovativa che consentirà di effettuare delle analisi del territorio speditive, su aree campione, per l'identificazione e la delimitazione cartografica di aree valanghive in settori alpini che non dispongono di specifica cartografia tematica.

*“In ogni caos c’è un cosmo,
in ogni disordine un ordine segreto”*
Carl Gustav Jung, psicologo svizzero

Tesi 4 / Lezione appresa 4: Che effetti avranno le nostre azioni? Come le confrontiamo? Come scegliamo la strategia?

La valutazione degli effetti, la selezione della strategia e la sua attuazione

Per confrontare le diverse azioni alternative si parte da una valutazione quantitativa degli effetti, cui fa seguito la scelta tra le diverse azioni alternative. Una volta scelte le azioni, si costruisce una strategia complessiva. Occorre a questo punto cercare di comprendere e individuare le sinergie tra le diverse azioni e valutare gli effetti cumulati di una strategia di adattamento, prevedendo la possibilità di modificare la strategia nel suo complesso, e/o di attuare interventi di mitigazione e compensazione di eventuali effetti indesiderati.

Una volta generate le alternative di azione, occorre passare alla valutazione quantitativa degli effetti che tenga conto delle sinergie e degli effetti cumulati delle diverse azioni, allo scopo di selezionare azioni e strategia in modo partecipato e condiviso. La valutazione degli effetti a largo raggio delle azioni e il coinvolgimento della governance e delle realtà locali a tutti i livelli in un processo partecipato e iterativo possono garantire, nell’incertezza di un contesto in continuo divenire, il raggiungimento degli obiettivi prefissi e il contenimento degli effetti indesiderati.

A questo scopo occorre provvedere ad un’analisi ad ampio spettro, ossia considerare gli effetti di tipo economico, sociale, territoriale, ambientale e paesaggistico delle azioni generate. E’ importante inoltre valutare se misure di adattamento di tipo reversibile e leggero possano comportare benefici ambientali complessivi, anche su vasta scala, creando importanti sinergie con le politiche di sostenibilità ambientale.

Devono essere considerati e valutati non soltanto effetti diretti ed immediati delle azioni previste, ma anche effetti sinergici e cumulati delle azioni, con una particolare attenzione all’individuazione di conseguenze indesiderabili. In un contesto di sostenibilità e adattamento ambientale ad ampio raggio, è auspicabile infatti che le strategie proposte evidenzino gli effetti incrociati tra un settore e l’altro sottolineando i vantaggi di una gestione integrata delle risorse; l’integrazione deve essere favorita anche a livello spaziale, mostrando come sia possibile proiettare in modo ragionevole una visione a grande scala del cambiamento ambientale alla scala locale di interesse e di intervento.

Per ovviare ad eventuali effetti indesiderati devono essere previste, dettagliate e finanziate opere di riorientamento, mitigazione e compensazione: si deve cioè prevedere la possibilità di intervenire sul territorio con nuove opere o nuovi interventi e si possono inoltre ideare e studiare nuovi e più agili strumenti attuativi.

La fase di confronto e scelta tra le azioni alternative della strategia è delicata e complessa; come anticipato nella tesi 3, questo processo comporta diversi stadi di negoziazione a livello di governance e tra i diversi portatori di interesse del territorio in esame e avviene attraverso la selezione, per eliminazione successiva, delle alternative che generino conflitti tra gli attori implicati nella scelta, o che

risultino via via meno soddisfacenti, nonché tramite l'eventuale generazione di nuove alternative allo scopo di raggiungere gli obiettivi prefissati. Di norma, si possono avere due casi: quello in cui la selezione avviene tra tipologie di azioni possibili, da attuarsi in diverse aree di intervento, e quella in cui la selezione avviene tra alternative di azione possibili.

Al fine di rendere realmente attuabile la scelta di una strategia condivisa e di avviarne l'implementazione effettiva, è necessario chiarire e definire criteri, strumenti e indirizzi di attuazione delle azioni e della strategia stessa, mettendo in moto il processo decisionale in modo trasparente e tempestivo.

Come si sono valutati gli effetti delle azioni e delle strategie nel Progetto Strada? Come sono state selezionate e realizzate le strategie di adattamento?

Si è dato il caso, infatti, in cui le azioni e le strategie possibili fossero già chiaramente definite per legge e si potesse quindi scegliere unicamente tra una serie di alternative già stabilite, come nello specifico per la tematica delle sorgenti, oppure il caso in cui le singole azioni e le strategie nel loro complesso fossero più liberamente generabili e selezionabili a seguito di una negoziazione congiunta e in un processo partecipato, come è avvenuto per la gestione dei laghi transfrontalieri e per la gestione delle valanghe di piccole e medie dimensioni.

La valutazione degli effetti e la selezione della strategia di adattamento, nonché l'articolazione completa delle strategie per le tematiche dei laghi, delle sorgenti e delle valanghe, sono descritte nel dettaglio nei report strategici.

Nella **tematica laghi**, il confronto e la scelta tra le alternative è avvenuta attraverso la negoziazione tra i portatori d'interesse e i decisori locali, in un processo partecipato in cui ogni settore ha assegnato un grado di soddisfazione alle singole alternative.

La complessità del sistema in esame e dei molteplici obiettivi da considerare avrebbe richiesto risorse informatiche e temporali enormi, rendendo al contempo difficilmente differenziabili gli effetti principali da quelli secondari di ogni alternativa. Per superare questa difficoltà l'individuazione delle strategie efficienti e condivise è stata ottenuta con un processo iterativo e a passi successivi:

- In primo luogo è stata individuata la strategia ottima per il sottobacino del Lago di Lugano, tramite negoziazione con i portatori di interesse di questo bacino lacustre.
- Successivamente sono state generate le alternative efficienti del sistema del Verbano, considerando il Ceresio regolato al suo ottimo.
- Infine è stata analizzata in dettaglio l'interazione tra i due laghi, andando a ricercare in quali condizioni una regolazione congiunta potrebbe apportare ulteriori benefici.

Tutte le alternative generate sono state valutate con il clima attuale e con uno scenario climatico riferito al decennio 2041-2050 e con tre combinazioni tra tipologia di dighe del Verbano e fascia di regolazione (per i dettagli dell'impostazione del problema, delle ipotesi adottate e dei principali risultati si rimanda al documento strategico specifico dell'azione e ai documenti tecnici di progetto).

Sono state prese in considerazione anche eventuali azioni di mitigazione per i settori che risulterebbero sfavoriti da una alternativa di compromesso, quali per esempio il settore turistico legato ai campeggi nella zona di Fondotoce (Verbania).

La **tematica sorgenti** vede, come alternative di gestione possibili nel presente, in ragione del quadro conoscitivo e dei dati raccolti nel corso del progetto, la salvaguardia, la dismissione e la clorazione (o interventi equivalenti) delle sorgenti, selezionate secondo gli obiettivi e gli indicatori precedentemente descritti (lista di priorità d'intervento in ragione della vulnerabilità della sorgente, della localizzazione, della demografia e del numero stagionale di abitanti serviti), con particolare riferimento alla generazione di sistemi acquedottistici ottimizzati (o sub-ATO).

L'attività di salvaguardia prevede la definizione di aree di salvaguardia della sorgente, che impongono vincoli d'uso del suolo e, in caso di necessità, mette in atto opere di risanamento in una sorgente nelle aree di alta montagna, media montagna e fondovalle d'interesse progettuale. Strumenti attuativi sono i Piani regolatori di Gestione Comunale (PRGC) in Italia e i piani operativi del Canton Vallese in Svizzera. La salvaguardia avviene attraverso la tutela della sorgente e delle risorse idriche che la alimentano.

Vengono valutati e stimati effetti di tipo economico, nella diminuzione dello spreco della risorsa idrica sotterranea attraverso i sistemi acquedottistici ottimizzati, effetti di tipo quali-quantitativo di matrice sociale nel miglioramento della qualità delle acque e conseguente aumento del benessere reale e percepito e territoriale nell'uso più razionale del territorio, con l'imposizione di vincoli solo laddove è realmente necessario.

La **tematica valanghe** vede invece, come tipologie di azioni possibile, l'effettuazione di attività di monitoraggio, la definizione di procedure o linee guida, l'adozione di interventi gestionali e la realizzazione di opere, e gli interventi normativi.

- Per quanto concerne il monitoraggio, occorre sottolineare come non sia possibile fare una stima del rischio senza avere un quadro di riferimento locale. E' quindi importante definire le condizioni locali del manto nevoso lungo l'intero percorso della valanga, tenendo conto anche dell'attività valanghiva pregressa. Il personale preposto alle osservazioni potrà operare attraverso strategie e protocolli di azione predefiniti. Tali osservazioni dovranno essere, primariamente, incentrate sulle variabili principali, quali altezza della neve fresca, altezza totale del manto nevoso e temperature del manto nevoso. Si dovranno anche investire fondi per sviluppare tecnologie innovative per il monitoraggio, in continuo e real-time, dell'attività valanghiva (es. i sensori infrasonici) definendo criteri per una corretta installazione della rete di monitoraggio e la gestione, interpretazione ed utilizzo dei dati. Dall'analisi di queste osservazioni, nel tempo, potranno emergere criteri per la definizione di soglie di evento e scenari di riferimento con le relative distanze di arresto dei fenomeni.
- La definizione di procedure e linee guida prevede l'individuazione di procedure e criteri di attuazione delle misure gestionali e la definizione di nuovi criteri di progettazione delle opere coerenti con i vincoli territoriali e le esigenze di sostenibilità finanziaria ed ecologica. L'osservazione del modello svizzero suggerisce che la gestione del comprensorio sciistico o via di comunicazione possa essere eseguita con semplice regole empiriche che si basano sulla conoscenza delle caratteristiche locali di distribuzione del manto nevoso. Tali modelli empirici possono essere migliorati sulla base dei risultati di progetto che permettono ora di capire meglio le concause neve-valanghe. Dove tali modelli empirici non siano ancora applicabili per mancanza di informazioni di base, allora si potrà ricorrere a simulazioni e scenari con RAMMS.
- L'adozione d'interventi gestionali prevede lo sviluppo di modalità di gestione a scala locale e/o territoriale (commissioni locali valanghe, consorzi tra gestori degli impianti, comitati tecnici, etc.) che prevedano il ricorso, ove possibile, a misure di chiusura temporanea e bonifica, mediante distacco artificiale, delle aree soggette a valanghe. In futuro le amministrazioni locali potrebbero

dotarsi di nuovi strumenti e tecnologie come per esempio modelli per la simulazione a larga scala del manto nevoso per facilitare la scelta degli interventi gestionali più idonei. Problematiche come l'evacuazione per esempio sono più semplici da attuare se la distribuzione reale del manto nevoso è nota.

- La realizzazione di opere impone inoltre il rispetto dei vincoli territoriali - ambientali e delle esigenze di sostenibilità finanziaria ed ecologica.
- Gli interventi normativi, infine, si attuano attraverso proposte di riordino e razionalizzazione dell'impianto normativo di settore.

Ove possibile, per ciascuna azione, s'individuano alternative che consentano lo sviluppo virtuoso di sinergie tra i diversi attori interessati (partecipazione – cooperazione nella realizzazione d'interventi gestionali).

*“Evitare l’ingestibile
e gestire l’inevitabile”*

Titolo di un rapporto ONU sull'adattamento
al cambiamento climatico, 2007

Tesi 5 / Lezione appresa 5: E se succede un imprevisto? E se qualcosa va storto?

La gestione del rischio

È necessario provvedere a gestire il rischio in termini di prevenzione e in termini di piani d'emergenza.

Il concetto di rischio include grandezze quali la pericolosità, ossia la probabilità del verificarsi di un evento in una determinata area, la vulnerabilità del territorio o dell'opera che si sta considerando, in termini di suscettibilità e resilienza, e l'esposizione all'evento. La valutazione, previsione e gestione del rischio va al di là del medio lungo termine dell'attuazione di una strategia di adattamento, rappresentando nella pratica quotidiana una necessità costante nel momento in cui si interviene su un territorio.

Tuttavia le proiezioni climatiche, oltre a proporre scenari caratterizzati da cambiamenti dei valori medi delle distribuzioni delle variabili meteorologiche, concordano sull'incremento della variabilità atmosferica nel breve e medio periodo, con aumenti della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi, determinando un aumento delle situazioni che determinano importanti impatti sociali ed economici diretti ed indiretti. Questo scenario, che potrebbe essere aggravato dalla concatenazione di effetti ecologici e sociali connessi al cambiamento climatico stesso, potrebbe portare anche eventi moderatamente intensi a generare impatti rilevanti, a causa dell'aumento della vulnerabilità e dell'esposizione delle società e dei beni.

Nello stesso territorio in cui si declina il ciclo di vita delle azioni e della strategia di adattamento nel suo complesso occorre pertanto prevedere, finanziare e mettere in atto misure di prevenzione degli eventi naturali integrate nelle pratiche di gestione del territorio, flessibili e in grado di adattarsi attraverso un processo di iterazione, per far fronte alla non stazionarietà della gestione del rischio determinata dal cambiamento climatico. E' necessario provvedere alla definizione di piani adatti a fronteggiare le situazioni di emergenza, sia in termini di eventi frequenti di piccola o media entità, sia in termini di eventi eccezionali o a grande tempo di ritorno. Gli strumenti di adattamento di tipo non-strutturale o "soft", come i sistemi di early warning, implicano benefici ambientali, sociali ed economici complessivi, a prescindere dall'incertezza delle previsioni future, anche su vasta scala, creando importanti sinergie con le politiche di sostenibilità ambientale. Oltre ad essere realizzabili in tempi relativamente brevi, ad essere poco costosi rispetto a interventi strutturali, essi risultano pertanto applicabili anche in condizioni caratterizzate da margini di incertezza.

È necessario sviluppare la governance dell'intero processo di gestione del rischio, sia a livello locale, sia a scala più grande, considerando l'intera area interessata anche a livello transfrontaliero e prevedendo il passaggio tra la gestione locale e il coordinamento a grande scala.

Attività di capacity building, ossia di sviluppo di abilità, competenze, capacità di imparare e conservare conoscenza ed esperienza, l'adozione di processi decisionali flessibili, il miglioramento dell'accesso e della capacità di utilizzo delle risorse naturali, culturali, sociali, psicologiche ed economiche che caratterizzano la società, le istituzioni, le organizzazioni ed i gruppi di persone, permettono di conoscere, capire e affrontare il rischio aumentando la resilienza delle comunità e rappresentano una componente essenziale di una strategia di adattamento per ridurre la suscettibilità ai danni ed alle perdite dovute ad eventi che generano impatti estremi.

Una condizione importante per raggiungere l'obiettivo di aumentare la resilienza delle comunità è l'educazione al rischio, attraverso un processo partecipativo che consenta di conoscere la vulnerabilità del sistema di cui si è parte, aumentare la consapevolezza delle situazioni di pericolo e di come i comportamenti individuali giochino un ruolo fondamentale nella limitazione del rischio e quindi dei danni conseguenti, attraverso comportamenti di autoprotezione, solidarietà e aiuto reciproco. Questo approccio consente di evitare meccanismi che portano alla negazione e rimozione del rischio da parte delle popolazioni interessate, facilitando l'adozione di comportamenti pro-attivi che consentono anche la convivenza con il rischio residuo.

Come è stata prevista la gestione del rischio?

Il partenariato del Progetto Strada ha affrontato la gestione del rischio a livello locale, regionale e cantonale, facendo proprie esperienze e normative pregresse e costruendo su di esse, come nel caso delle attività valanghe e laghi, e coinvolgendo le realtà locali in un processo di gestione partecipata delle fonti di rischio, attività in particolare portata avanti dai comuni, per quanto concerne la tematica sorgenti e dalle commissioni locali per la tematica valanghe.

La gestione del rischio è stata inoltre messa in atto anche a livello di governance e di partecipazione transfrontaliera, attraverso l'organizzazione di un'esercitazione di Protezione Civile congiunta tra Italia e Svizzera, in uno scenario di esondazione del Lago Maggiore e interruzione della viabilità internazionale.

Il lavoro dell'**Azione 6** è stato, in questo contesto, volto alla definizione e sperimentazione di strategie comuni di adattamento al cambiamento climatico. L'esercitazione è stata incentrata su uno scena-

rio di rischio idrogeologico determinato dall'innalzamento progressivo del livello del Lago Maggiore, in condizioni di precipitazioni intense analoghe a quelle verificatesi nell'autunno del 2000. Gli effetti simulati sono stati costituiti dall'allagamento di fasce rivierasche urbanizzate del territorio del Comune di Verbania, nonché nell'interruzione della viabilità transfrontaliera a causa di in un fenomeno franoso sulla SS. 34, nel Comune di Cannero.

Nell'ambito dell'esercitazione sono state sperimentate diverse modalità innovative di acquisizione di dati sulle criticità del territorio, al fine di descrivere tutte le fasi dell'evento e della sua gestione anche attraverso testimonianze dirette, immagini e informazioni raccolti in situ e trasmessi in tempo reale alle sale operative. Un nuovo approccio alla comunicazione al pubblico è stato sperimentato grazie a sistemi basati su strumenti web 2.0, con caratteristiche di elevata accessibilità, facile comprensione, rapidità di aggiornamento, attraverso l'integrazione delle informazioni sulle caratteristiche e sull'evoluzione dell'evento, sugli effetti e sulle misure di contrasto che via via venivano adottate, sull'indicazione delle aree sicure.

Questa sperimentazione ha dimostrato come la comunicazione a due vie (dall'istituzione al cittadino e viceversa) abbia l'importante funzione di "istruire" il cittadino e di prepararlo ad interpretare correttamente le informazioni in caso di evento; nello stesso tempo si rivela essere uno strumento efficace per l'implementazione di misure di prevenzione atte a consentire un approccio resiliente e a rendere le persone coinvolte direttamente ed indirettamente in un evento, partecipi e attori.

È stato inoltre prodotto un documento d'impianto che definisce le caratteristiche tecniche e di governance della situazione di emergenza, e che rappresenta un esempio importante di cooperazione proficua e tempestiva a carattere transfrontaliero, disponibile sul sito www.progettostrada.net. Lo scambio di conoscenze ed il confronto sui diversi modelli d'intervento dei rispettivi sistemi di protezione civile (quello italiano e quello svizzero), propedeutico all'organizzazione dell'esercitazione, ha rappresentato un elemento di crescita e di miglioramento per tutti gli operatori coinvolti, ponendo le basi per futuri sviluppi collaborativi.

Nella **tematica valanghe** la gestione del rischio necessita di una approfondita conoscenza degli eventi valanghivi del passato (frequenza degli eventi e condizioni d'inevamento connesse, identificazione delle zone di distacco), della possibilità di simulare attraverso modelli numerici il comportamento del manto nevoso e degli eventi nei singoli siti, anche attraverso la raccolta di dati in diversi siti sperimentali, e di poter definire in maniera speditiva (attraverso metodi di analisi spaziale) le zone di distacco ove non si disponga di informazioni storiche. Da questa conoscenza è possibile derivare valutazioni sugli scenari di rischio attesi, definendo soglie di evento e strategie di gestione e comunicazione del rischio che possano, a livello locale, migliorare il quadro di prevenzione e reazione rapida alle emergenze da parte dei diversi attori (politici, amministratori, gestori, cittadinanza).

Gli indicatori ambientali principali sono costituiti dalla distribuzione e caratteristiche del manto nevoso e dall'attività valanghiva all'interno di uno specifico bacino di interesse. Le commissioni valanghe necessitano di una informazione aggiornata giornaliera di queste caratteristiche e nel contempo devono possedere un bagaglio sufficiente di conoscenze dei fenomeni storici per poter correttamente interpretare le condizioni attuali. Vista la carenza o completa mancanza di osservazioni storiche, è fondamentale cominciare da subito con il monitoraggio di tali parametri, e di conseguenza, con lo sviluppo di strumenti che permettano di monitorare l'attività valanghiva in ogni condizione di tempo e quindi visibilità, ma anche con strumenti che permettano di monitorare e modellizzare, a scala locale, la distribuzione del manto nevoso. La variazione dei principali parametri ambientali prevista nello scenario di riferimento consente di indirizzare azioni specifiche per le vie di comunicazione e i

comprensori sciistici d'interesse progettuale, con l'accordo e l'intervento delle commissioni locali valanghe, impegnate nelle aree d'interesse della Valle d'Aosta, del Canton Grigioni e della Lombardia.

Nella **tematica laghi** l'aspetto della gestione ordinaria dei rischi non era un'attività esplicita del progetto, che si è concentrato sull'aspetto di pianificazione delle alternative. Tuttavia, la tematica è ben presente e già codificata, per esempio, in Cantone Ticino.

L'avversione al rischio dei decisori è stata considerata nella definizione degli indicatori di progetto (si veda anche la tesi 4) e nel processo di aggregazione di diversi indicatori di settore: per quanto concerne sia gli aspetti legati all'esondazione dei laghi che gli aspetti ambientali i portatori di interesse hanno infatti manifestato la loro maggiore sensibilità agli effetti delle alternative nei casi estremi (fenomeni di piena, fenomeni di magra prolungati, ...) e, pertanto, l'ordinamento delle alternative e i risultati della fase di negoziazione dipendono direttamente da questo atteggiamento di avversione al rischio.

In termini generali, la gestione del rischio è affrontata secondo due direttive principali:

- in termini di prevenzione e pianificazione, considerando, per esempio, la carte di esondazione del lago nei processi di pianificazione cantonale e comunale (Piano Direttore Cantonale e Piani di Utilizzazione comunale), evitando di insediare nuovi edifici ad alta venerabilità nelle zone potenzialmente interessate da esondazioni.
- In termini di monitoraggio, allerta e piani emergenza. Queste attività, che sono confluite come esperienza nella definizione del quadro dell'esercitazione sopra menzionata, devono costituire un costante riferimento per le autorità amministrative. Alla luce dei risultati e delle esperienze acquisite anche in progetti come Strada è necessario valutare quali sono gli eventuali cambiamenti richiesti alle procedure nell'ambito degli scenari di cambiamento climatico ritenuti più verosimili.

La **tematica sorgenti** attua il monitoraggio delle sorgenti selezionate dalla lista di priorità attraverso il coinvolgimento dei Comuni interessati, perché sia possibile la messa in opera della strumentazione.

Il monitoraggio delle sorgenti consente la raccolta di dati di portata, conducibilità elettrica e temperatura per la valutazione della vulnerabilità della sorgente applicando più metodi. Conoscendo la vulnerabilità della sorgente nel suo contesto idrogeologico possono essere definite le aree di salvaguardia che vengono recepite dagli strumenti di pianificazione territoriale. La definizione delle aree di salvaguardia tutela la sorgente e l'acquifero che la alimenta conducendo, in caso di necessità, ad un risanamento della stessa.

“Crateri? Perché non abbiamo
pensato ai crateri?”

Isaac Asimov a Frederik Pohl,
nel momento in cui arrivarono le prime immagini
dal Mariner 4 su Marte: la possibile futura missione di sbarco sul
pianeta non aveva tenuto conto dell'esistenza di crateri

Tesi 6 / Lezione appresa 6: Siamo sicuri di raggiungere gli obiettivi, nella fase di attuazione? E se no, come riorientiamo la strategia?

La flessibilità di una strategia di adattamento, il suo monitoraggio e riorientamento

Dato il contesto di incertezza e le dinamiche sul territorio, nella fase di attuazione occorre monitorare e poter riorientare la strategia. Perché questo sia possibile, è necessario definire e costruire azioni e strategie che siano flessibili, aggiornabili e riorientabili nel tempo. Occorre monitorare le azioni e la strategia e al contempo agevolare e accrescere la resilienza del territorio e la flessibilità del processo decisionale: aumentare la capacità del territorio di reagire ai cambiamenti, e aumentare la capacità del processo decisionale di anticipare e accogliere il cambiamento.

In un contesto di lacunosità del quadro di riferimento, di complessità della definizione modellistica e di forte incertezza dello scenario futuro, le strategie proposte devono essere caratterizzate dalla flessibilità, ossia dalla possibilità di essere aggiornate ed eventualmente modificate in ragione di nuovi dati e nuove informazioni, di mutate condizioni ambientali, amministrative e/o legislative, o naturalmente di eventuali effetti indesiderati sul territorio o su uno dei settori di interesse. L'adattamento è infatti un processo fondamentalmente iterativo, ricco di feedback e di ricadute negli ambiti più diversi, da quello sociale a quello economico, da quello ambientale alla più generale qualità della vita.

La flessibilità delle azioni e della strategia proposte è concettualmente legata all'individuazione di indicatori che siano in grado di seguirne l'evoluzione in un regime definibile in termini di transitorio (si veda ad esempio la tesi 3, nella trattazione degli indicatori descrittivi e prestazionali). Occorre quindi monitorare le singole azioni e la strategia nel suo complesso i progettando le attività di monitoraggio, destinandovi risorse e definendone le procedure di valutazione, in modo tale da permettere il possibile riorientamento delle azioni e garantire così il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

La riorientabilità della strategia o delle singole azioni si attua prevedendo, finanziando e rendendo possibili la generazione di nuove azioni e ulteriori interventi di mitigazione e di compensazione: si deve in tal modo cercare di facilitare e accrescere la resilienza del territorio, ossia la naturale capacità di reagire efficacemente e di riprendersi sistemicamente in mutate condizioni ambientali e al contempo di aumentare la flessibilità dello stesso processo decisionale, promuovendo un sistema di governance che sia in grado di prevedere ed accogliere il possibile cambiamento, e di intervenire tempestivamente mitigando e compensando eventuali effetti negativi.

La flessibilità delle azioni e della strategia può essere implementata attraverso l'inserimento privilegiato nei Piani Territoriali, o nei loro equivalenti d'area a tutti i livelli, di azioni che implicino

interventi soft e tendenzialmente reversibili, e che prevedano il coinvolgimento di una governance locale che possa seguire da vicino e in modo immediato la situazione e, eventualmente, intervenire in maniera agile e tempestiva.

Come si è affrontata la necessità di strategie flessibili e riorientabili nel Progetto Strada?

Come è stato previsto il monitoraggio delle azioni e delle strategie selezionate nel progetto Strada?

Il partenariato del Progetto Strada si è posto nell'ottica di avvicinare il processo decisionale al territorio di intervento, cercando in questo modo di garantire la possibilità di interventi competenti, tempestivi e immediati. Le diverse tematiche hanno previsto il monitoraggio delle azioni e delle strategie, introducendo elementi di flessibilità nelle azioni proposte, in grado di prevedere e accogliere i cambiamenti della realtà ambientale nonché di mitigare e compensare eventuali effetti indesiderati.

La **tematica sorgenti** si è posta in un contesto futuro che vada verso una gestione più consapevole del territorio e in particolare, in Italia, attraverso l'affidamento della gestione del Servizio Idrico ai Sistemi Acquedottistici Ottimizzati (sub-ATO), servizi locali e più prossimi al territorio nel quale si interviene, allo scopo di 'vincolare soltanto dove serve' e in un'ottica generale che vedrà una leggera tendenza al ripopolamento dell'alta e media montagna. Le proiezioni di tipo climatologico prevedono un aumento del ruscellamento superficiale legato all'aumento di eventi di precipitazione brevi e intensi, mentre la proiettata diminuzione delle precipitazioni nevose, in particolare a sud delle Alpi, implicherebbe una diminuzione dell'equivalente idrico della neve (SWE) e l'aumento delle temperature favorirebbe l'evapotraspirazione: su questa base si proietta una diminuzione dell'infiltrazione efficace e un cambiamento del regime delle sorgenti, che diviene caratterizzato da picchi improvvisi e/o da una generale diminuzione delle portate. Le singole sorgenti selezionate dalla lista di priorità sono a questo punto monitorate, in modo tale da prevedere correzioni o riorientamenti negli interventi previsti di salvaguardia, dismissione o clorazione. Eventuali effetti negativi verranno contrastati da misure di mitigazione e compensazione quali un nuovo piano agropastorale delle attività di pastorizia, la chiusura delle zone d'infiltrazione preferenziale, la captazione a maggiore profondità e la clorazione eventuale delle sorgenti che necessitano d'intervento.

La **tematica laghi** si è posta come obiettivo di proporre politiche negoziate di regolazione delle acque del Verbano e del Ceresio, al fine di migliorare la soddisfazione dei portatori di interesse dell'intero sistema.

La definizione del quadro conoscitivo e degli indicatori (in particolare quelli legati agli ecosistemi) hanno evidenziato la carenza di informazioni sufficienti e consolidate. Le azioni di monitoraggio intraprese o identificate in questo progetto dovranno essere implementate con regolarità in futuro, intensificando la cooperazione transfrontaliera, per consentire di valutare gli indicatori durante il transitorio climatico e di eventualmente affinarne la definizione, in modo da assicurare il controllo del sistema e definire eventuali azioni di adattamento per perseguire gli obiettivi della strategia.

Nella **tematica valanghe**, il monitoraggio delle azioni/strategie selezionate dovrà tenere conto che il ciclo di vita deve tornare ad ampliarsi ad un range minimo di 15-20 anni, puntando ad una gestione coordinata delle risorse, tenendo presente che le opere hanno costi di realizzazione e manutenzione, sempre più elevati e difficilmente sostenibili e che presentano problemi di obsolescenza - inefficien-

za e durata. Viceversa, gli interventi gestionali non presentano, se non in misura molto ridotta, tali problemi e l'evoluzione tecnico-scientifica ne consente un periodico aggiornamento che apporta, sicuramente, miglioramenti nella gestione del bene esposto. Anche la fattibilità in termini di costi, tecniche/tecnologie disponibili, strumenti attuativi, tempistiche di progettazione e realizzazione e sostenibilità socio-politica sembra deporre a favore dell'adozione di misure gestionali con evidenti benefici ambientali ed economici.

Il monitoraggio potrà, inizialmente, essere applicato solo entro bacini sperimentali, e solo successivamente i risultati potranno essere messi a disposizione dei gestori che inizialmente li affiancheranno ai metodi tradizionali per valutarne validità e affidabilità. Solo in una seconda fase potranno essere usati in maniera operativa. Tali metodi saranno continuamente migliorati con l'esperienza e con il continuo sviluppo di nuovi modelli e con l'approfondimento della conoscenza del processo fisico e quindi è necessario considerare un continuo aggiornamento da parte degli operatori.





REPORT

1

REPORT

1

Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la regolazione dei laghi Maggiore e Ceresio

AUTORE:

Andrea Salvetti, Ufficio Corsi d'Acqua,
Dipartimento del Territorio, Cantone Ticino

IMMAGINE PAGINA PRECEDENTE:

Panoramica del lago di Lugano
foto di Carlo Silva,
Direzione Generale Agricoltura Regione Lombardia

1. Introduzione

L'Azione 2 del progetto Strada si concentra sulla pianificazione integrata e partecipata delle acque transfrontaliere del Lago Maggiore e del Lago di Lugano, con particolare attenzione alla gestione dei fenomeni estremi (piene e magre).

Le modalità di regolazione attuali dei due grandi laghi prealpini si basano su regole programmate e condivise, definite intorno alla metà del secolo scorso, utilizzando il quadro conoscitivo e gli strumenti allora a disposizione.

Alcune criticità riscontrate negli ultimi anni, sia per quanto riguarda la previsione e la gestione degli eventi di piena, sia per quanto attiene alla modalità per fronteggiare le ricorrenti emergenze idriche estive, richiedono di riconsiderare con modalità condivise e approccio multidisciplinare le politiche di regolazione e le loro motivazioni originarie.

Il Progetto Strada, e in particolare l'Azione 2, sono state concepite e strutturate per fornire risposte alle problematiche sopra formulate, assumendo come quadro di riferimento per valutare le alternative di regolazione sia lo scenario attuale sia uno scenario climatico che consideri la disponibilità e la distribuzione delle risorse idriche per il periodo 2041-2050.

2. Quadro conoscitivo di riferimento

Il sistema considerato comprende due laghi regolati (il lago Maggiore e il lago di Lugano), i bacini imbriferi da questi sottesi e il territorio a valle del lago Maggiore, influenzato dalle portate del Ticino sub-lacuale, fino alla confluenza con il Po nei pressi di Pavia.

Regolazione Verbano

Il lago Maggiore (chiamato anche Verbano) ha una notevole rilevanza, non solo dal punto di vista socioeconomico, ma pure da quello ambientale. Nel tempo si è assistito a un incremento e a una diversificazione degli utilizzi delle sue acque. Se infatti le prime grandi opere, i navigli Lango-sco e Sforzesco sul Ticino emissario, furono realizzate per favorire la navigazione, soprattutto per il trasporto di merci e materiali, successivamente l'interesse si spostò sulla produzione agricola e su quella industriale: furono per questo costruite nuove opere di canalizzazione e realizzate centrali idroelettriche.

L'utilizzo delle acque del lago a fini irrigui e idroelettrici portò naturalmente con sé la richiesta di rendere il più possibile affidabile la disponibilità delle portate e nel 1902 fu redatto il primo progetto completo di regolazione. La realizzazione fu tuttavia rinviata e lo sbarramento di regolazione, detto della Miorina, entrò ufficialmente in funzione solo il primo gennaio 1943. Da quella data il Verbano è quindi un lago regolato.

Regolazione Ceresio

Sin dagli ultimi anni dell'ottocento si presentò alla popolazione rivierasca del Lago di Lugano (chiamato anche Ceresio) e alle autorità il problema della regolazione del lago, intesa sia ad abbassare

i livelli dannosi di piena, sia a derivare l'acqua a scopo d'irrigazione o di utilizzazione idroelettrica. Tra il 1910 e il 1913 iniziarono le prime trattative tra Italia e Svizzera. Nel 1927 la Società Italiana Idroelettrica della Tresa costruì, totalmente su territorio italiano, l'impianto di Creva con un bacino di compensazione giornaliera, impianto che non influenza i livelli del Lago di Lugano.

Nel 1951 vennero riprese le trattative internazionali a Lugano e, nonostante una prima proposta di utilizzazione idroelettrica delle acque del lago, i due paesi si accordarono sul valutare un progetto di semplice regolazione dei livelli del lago. La Svizzera presentò nel settembre del 1951 il progetto di costruzione dello sbarramento e nell'agosto del 1953 il Disciplinare di Regolazione dei livelli del lago e dei deflussi della Tresa, progetti che vennero approvati nel dicembre del 1953 dalla delegazione italiana all'interno della Commissione Internazionale per la sistemazione del Ceresio. Tramite la Convenzione tra la Svizzera e l'Italia, sottoscritta a Lugano il 17 settembre 1955 ed entrata in vigore il 15 febbraio 1958, si decise di procedere alle opere necessarie alla regolazione del Lago di Lugano. L'esercizio divenne effettivo e conforme al regolamento nel corso del secondo semestre del 1963.

Conflittualità degli utilizzi

Gli usi e gli interessi delle acque dei due laghi non si limitano però a quelli sin qui citati. È essenziale tener presente le esigenze delle popolazioni rivierasche, preoccupate delle esondazioni lacuali, e la salvaguardia degli aspetti ambientali, l'importanza dei quali è andata aumentando negli ultimi decenni, tanto che oggi sarebbe impensabile ignorarli. Si intuisce così la complessità del sistema e come i conflitti siano numerosi, il più rilevante ed evidente dei quali è sicuramente quello tra le popolazioni rivierasche da una parte e gli utenti irrigui e idroelettrici dall'altra.

Soprattutto per quanto riguarda il Verbano, il passaggio a lago regolato ha infatti comportato l'innalzamento dei livelli lacuali proprio quando gli afflussi sono più abbondanti, accrescendo così il rischio di esondazioni. La presenza di conflitti ha spinto alcuni degli interessati a formulare proposte d'intervento, per lo più rivolte a risolvere i problemi che toccano in modo specifico gli interessi di ognuno di essi.

All'interno del progetto Strada, Azione 2 si è proceduto ad analizzare e valutare le opzioni di intervento, affrontando sin dall'inizio in modo congiunto tutte le problematiche sin qui accennate e facendo tesoro degli studi precedenti, in particolare il progetto Verbano Interreg II (1997-2000) e il progetto Ceresio (2007-2009).

La scelta dei portatori di interesse, sia istituzionali che non istituzionali, è stata la più ampia possibile, coinvolgendo nel processo tutti i potenziali "utilizzatori organizzati" della risorsa idrica, le cui attività sono influenzate dalla regolazione dei livelli lacuali e dei rilasci, oltre ai soggetti istituzionali e a quanti usufruiscono di un diritto di utilizzo della risorsa (p. es. utenze idroelettriche ed irrigue).

Gli obiettivi raggiunti dal progetto, in particolare i risultati della negoziazione, dovranno esser resi noti dai singoli portatori ai loro gruppi di interesse secondo gli strumenti di partecipazione previsti al loro interno.

Le fasi successive al progetto, quali l'eventuale progettazione di dettaglio del nuovo sbarramento, svolgeranno il coinvolgimento dei portatori di interesse sulla base delle procedure previste dalle rispettive legislazioni nazionali.

3. Sfide da affrontare

Strategia del Consiglio federale

Il Consiglio federale della Confederazione Svizzera ha recentemente reso pubblica, nel marzo 2012, la prima parte della strategia di adattamento ai cambiamenti climatici in Svizzera, indicando le sfide, gli obiettivi e i campi d'azione, che verranno definiti in dettaglio entro la fine del 2013 in un piano d'azione, con il coordinamento degli Uffici federali e il contributo di Cantoni, Comuni, associazioni e settore privato.

La maggior parte delle sfide individuate per l'adattamento ai cambiamenti climatici riguardano il settore della gestione delle acque e, pertanto, trovano piena applicazione all'interno delle strategie sviluppate nell'ambito del progetto Strada.

Tra le sfide individuate dal Consiglio federale vale la pena menzionare, in quanto pertinenti con il progetto:

- L'aumento della siccità estiva.
- Il rischio più elevato di piene invernali.
- L'innalzamento del limite delle nevicate.
- Il peggioramento della qualità dell'acqua.
- Il cambiamento negli habitat, nella composizione delle specie e nel paesaggio.
- La diffusione di organismi nocivi e di specie esotiche.

In questo contesto, l'Azione 2 del progetto Strada ha messo in pratica le attività che la strategia indica come necessarie per fornire le basi dell'implementazione di questa strategia, in particolare:

- Il monitoraggio e la diagnosi precoce delle criticità, proprio promuovendo questo progetto.
- La riduzione delle incertezze sugli scenari, per colmare le lacune conoscitive ancora presenti.
- La sensibilizzazione, l'informazione e il coordinamento, tramite il coinvolgimento dei portatori di interesse, istituzionali e non, nel processo partecipato.

Dove è richiesto un adattamento?

In particolare nel quadro della strategia parziale relativa alla gestione delle acque la strategia federale ha individuato 30 campi rilevanti. Di questi, otto sono considerati prioritari in quanto l'effetto dei cambiamenti climatici in questi campi è valutato elevato o medio. Tra questi otto temi, ben sei risultano alla base delle definizioni delle attività dell'Azione 2 del progetto Strada o comunque interessati dalle attività del progetto:

- GA2 *bacini di accumulazione*: nuove sfide ed esigenze richiedono una gestione congiunta dei bacini di accumulazione.
- GA3 *raffreddamento delle centrali termiche*: aumento della temperatura dell'acqua e portate ridotte durante il periodo estivo, con possibili limiti al funzionamento delle centrali termiche.
- GA4 *irrigazione*: aumento del fabbisogno idrico e, parallelamente, soddisfacimento dei requisiti ecologici delle acque superficiali.
- GA5 *deflussi residuali*: le prescrizioni esistenti e le basi di calcolo potrebbero richiedere un adeguamento.

- GA7 *regolazione dei livelli lacustri*: le variazioni di regime idrologico possono rendere necessaria una revisione dei regolamenti in vigore.
- GA8 *richieste internazionali*: Lago di Lugano, Tresa e Lago Maggiore sono acque internazionali.

Tra gli obiettivi riconosciuti nel settore Gestione delle acque, la strategia richiede che “*i conflitti d’interesse nella gestione delle acque internazionali vengono riconosciuti e risolti tempestivamente, grazie ad una migliore collaborazione*”.

Con riferimento alle principali sfide individuate dalla strategia abbozzata dal Consiglio federale, la sequenza delle attività dell’Azione 2 del progetto Strada, di seguito brevemente tratteggiate, fornisce un contributo all’analisi e alla ricerca di soluzioni alle sfide delineate.

4. Scenari climatici

Per la definizione degli scenari di afflusso ai laghi Maggiore e di Lugano, utilizzati per la valutazione delle politiche di regolazione in condizioni di cambiamento climatico, si è fatto riferimento alla catena di previsione formulata già nella proposta di progetto, costruita simulando tramite una procedura di downscaling stocastico e una simulazione idrologica deterministica, in collaborazione con il Politecnico di Zurigo e il Politecnico di Milano, la serie degli afflussi al lago in condizioni di cambiamento climatico, con riferimento al periodo 2041-2050 e utilizzando due differenti modelli climatici regionali (REMO e RegCM), per dare conto dell’incertezza insita in questi scenari.

Approccio per gli scenari di cambiamento climatico

Di seguito si riportano alcuni dettagli dell’approccio adottato:

- Sfruttando le sinergie con il progetto ACQWA, progetto finanziato dal 7° Programma Quadro della Comunità Europea che coinvolge 35 partner internazionali, al Politecnico di Zurigo sono stati calibrati dei modelli stocastici multi sito per la generazione di serie sintetiche di precipitazione e di temperatura nell’intero bacino del lago Maggiore.
- Con riferimento allo scenario di emissione A1-B definito dal rapporto IPCC del 2007, le simulazioni di due modelli climatici regionali (RCMs), il modello REG-CM3 e il modello REMO, sono state utilizzate per ricalibrare i parametri dei modelli stocastici e per generare serie climatiche sintetiche per 5 decenni fino al periodo 2041-2050 (ipotesi di stazionarietà dei parametri all’interno dei decenni).
- Le serie climatiche sintetiche di precipitazione e temperatura sono state utilizzate come ingresso al modello idrologico distribuito FEST, sviluppato al Politecnico di Milano, precedentemente calibrato con dati storici.
- I nuovi afflussi generati per il periodo 2041-2050 hanno permesso di valutare la robustezza delle politiche di regolazione a fronte degli attesi cambiamenti climatici.

5. Definizione di obiettivi e indicatori

Come ricordato, l'obiettivo principale dell'azione è di valutare politiche negoziate di regolazione delle acque del Verbano e del Ceresio, al fine di migliorare la soddisfazione dei portatori di interesse dell'intero sistema e la qualità dell'ecosistema, valutando in particolare:

- gli effetti indotti nei comuni rivieraschi dei due laghi, sia svizzeri che italiani;
- altri effetti indotti sul Ticino emissario, in particolare sui valori delle portate di magra e di piena;
- l'applicazione del deflusso minimo vitale;
- i possibili effetti sugli ecosistemi acquatici dipendenti dalla regolazione delle acque.

Gli aspetti sopra ricordati sono analizzati sia facendo riferimento alla situazione attuale (scenario storico e di controllo), sia utilizzando gli scenari idrologici indotti dal cambiamento climatico ricordati al capitolo precedente.

Per poter valutare e comparare gli effetti delle alternative sul sistema sono stati individuati, interagendo con i Portatori d'interesse, un insieme di criteri di valutazione, che riflettono le caratteristiche del problema e i valori che stanno alla base dei giudizi che i Portatori esprimono. I Portatori di interesse coinvolti sono stati suddivisi in gruppi (settori) in funzione della omogeneità delle problematiche a cui essi risultano sensibili. La tabella seguente riassume i settori definiti per i vari comparti per i quali sono stati definiti degli indicatori.

I settori di interesse e gli indicatori selezionati

Nell'ambito del progetto sono stati definiti, in accordo con i singoli portatori di interesse, 85 indicatori.

Settore	Ceresio	Tresa	Verbano	Ticino sublacuale
Ambiente	✓		✓	✓
Erosione		✓		
Esondazioni	✓		✓	✓
Energia		✓	✓	✓
Fauna ittica	✓		✓	
Irrigazione				✓
Navigazione			✓	
Pesca	✓		✓	
Turismo	✓		✓	✓

6. Definizione delle azioni / alternative

Nel corso del progetto sono state prese in considerazione diverse azioni di intervento, per individuare politiche di regolazione dei due laghi che raccolgano un ampio consenso. In particolare sono oggetto di analisi le seguenti azioni, suddivise per tipologie:

- azioni strutturali:
 - modifica dell'incile alla Miorina
 - modifica della struttura dello sbarramento
- azioni gestionali:
 - definizione della politica di gestione dello sbarramento attuale alla Miorina e del nuovo manufatto
 - regolazione congiunta tra lago Maggiore e lago di Lugano

Queste tipologie di azioni implicano, come conseguenza, delle azioni normative da intraprendere, quali le eventuali modifiche delle fasce di regolazione dei due laghi e dei rispettivi regolamenti. Le azioni sono valutate sia rispetto agli afflussi storici, sia rispetto a quelli generati dagli scenari di cambiamento climatico. Un'alternativa progettuale è quindi definita, in generale, come combinazione di un'azione strutturale, un'azione normativa e un'azione di regolazione.

Strategia per la risoluzione del problema di controllo

Le alternative sono state prodotte attraverso la Programmazione Dinamica Stocastica (PDS), implementata nel Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) TwoLe, risolvendo un problema di controllo ottimo multi-obiettivo con il seguente approccio:

- generazione delle alternative di regolazione del solo Ceresio e, come unica azione considerata, la differente modalità di regolazione dello sbarramento attuale di Ponte Tresa;
- individuazione di un'alternativa ottimale per i settori di interesse del solo Ceresio (monte e valle), tramite negoziazione avvenuta ad ottobre 2011;
- generazione delle alternative del Verbano con la diga della Miorina attuale e con quella progettata per conto dell'Agenzia Interregionale del fiume Po (AIPO), dai professori Da Deppo e Salandin dell'università di Padova, considerando la regolazione del Ceresio effettuata secondo la regolazione storica e la regolazione individuata dalla negoziazione del Ceresio (cfr. punto precedente).

Oltre ad altri vincoli tecnici e normativi inseriti nel sistema per la generazione delle alternative, è da sottolineare l'inserimento di un importante vincolo inserito sulla curva di rilascio del nuovo sbarramento della Miorina: in funzione delle portate transitanti nel fiume Po alla confluenza con il Ticino, il sistema definisce, in funzione di un abaco, la portata massima che può essere rilasciata alla Miorina.

Complessivamente, considerando tutte le diverse configurazioni del sistema, sono state calcolate 1800 alternative differenti di regolazione.

7. Stima degli effetti delle azioni / alternative

La stima degli effetti consiste nel calcolare i valori che tutti gli indicatori definiti per i vari settori assumono in corrispondenza di ognuna delle alternative generate.

Dal momento che il modello del sistema è dinamico, la stima richiede di simulare ogni alternativa su di un orizzonte temporale (orizzonte di valutazione) abbastanza lungo da rendere probabile il manifestarsi anche degli eventi estremi (periodi estremamente siccitosi o, al contrario, estremamente piovosi).

L'adozione dello scenario storico permette ai Portatori d'interesse e ai Decisori il confronto tra ciò che è accaduto e ciò che sarebbe accaduto se l'alternativa fosse stata implementata all'inizio dell'orizzonte storico considerato. Questa informazione consente una immediata percezione degli effetti, avendo i portatori memoria diretta di quegli eventi.

Periodi di valutazione delle alternative di regolazione

L'orizzonte storico considerato si estende per 37 anni, dal 1974 al 2010. Orizzonti di lunghezza inferiore sono stati anche valutati, in funzione della disponibilità dei dati a disposizione e della loro attendibilità (per es. per quanto riguarda le portate del Po a monte della confluenza con il Ticino). Alla fine di questa fase i valori degli indicatori ottenuti sullo scenario scelto sono stati ordinati in una matrice, detta matrice degli effetti.

Per calcolare il 'valore' che i Portatori attribuiscono ad una alternativa si è proceduto all'individuazione delle funzioni valore, identificate intervistando i Portatori del relativo settore.

Ad ogni indicatore (cfr. paragrafo 5) è associata una funzione valore parziale. Tramite poi un'assegnazione di pesi sui singoli criteri (indicatori) effettuata dai portatori di settore, un settore può esprimere la soddisfazione complessiva che assegna ad un'alternativa definendo, tramite una somma pesata delle funzioni valore parziali, una funzione valore globale, che rappresenta l'indice di valutazione per ogni settore.

Alla fine di questa fase i valori dei diversi indici ottenuti in corrispondenza delle alternative selezionate sono stati ordinati in una matrice, detta matrice di valutazione, le cui colonne corrispondono alle alternative e le righe agli indici.

8. Confronto e scelta fra le alternative

Lo scopo di questa fase riguardava l'individuazione di un'alternativa che fosse giudicata un compromesso accettabile da tutte le Parti e che non incontrasse quindi l'opposizione di alcun portatore. Ovviamente un'alternativa win-win, cioè un'alternativa che migliori gli indici di tutte le parti rispetto all'Alternativa Zero, sarebbe la soluzione ideale del processo decisionale, ma non sempre esiste.

Le alternative di compromesso sono pertanto alternative che sono sostenute da almeno una Parte, sono ammissibili (nel senso che rispettano i vincoli fisici, tecnici e legali), sono economicamente realizzabili, e sono efficienti (paretiane), ossia sono tali che è impossibile migliorare la soddisfazione di una Parte senza peggiorare quella di un'altra.

In accordo con i portatori di interesse si è stabilito che la regolazione congiunta dei due laghi avverrà esclusivamente in condizioni “critiche”, ovvero quando i livelli del Lago Maggiore si avvicinano agli estremi inferiore e superiore della fascia di regolazione. In situazioni non critiche, invece, la regolazione del Ceresio non influenza significativamente la situazione del Verbano e pertanto essa potrà avvenire in modo indipendente e tendere al compromesso ottimo tra gli interessi dei soli settori del Ceresio e del fiume Tresa, emissario del Ceresio.

Risultati della negoziazione

La prima fase di negoziazione con i portatori di interesse afferenti ai settori Ceresio e Tresa è stata svolta nel mese di ottobre 2011, durante la quale è stato individuato tale compromesso per il sottosistema Ceresio. La negoziazione fra i portatori del Lago Maggiore è avvenuta nel corso dell'ultimo trimestre del 2012, in occasione dei due incontri organizzati il 22 ottobre e il 6 dicembre 2012 a Milano.

I risultati definitivi del progetto, incluse le prestazioni delle alternative selezionate in condizioni di cambiamento climatico sono state presentate a tutti i portatori il 20 marzo 2013.

Tipologia delle alternative selezionate

Le alternative sono state raggruppate in tre categorie secondo la tipologia di azione prevista:

- *Alternative tipo A*: politiche di regolazione con l'attuale sbarramento della Miorina.
- *Alternative tipo B*: politiche di regolazione con l'attuale sbarramento della Miorina ed estensione della fascia di regolazione (costante per tutto l'anno, da -0.50 m a + 1.50 m rispetto allo zero di Sesto Calende).
- *Alternative tipo C*: politiche di regolazione con il nuovo sbarramento secondo progetto AIPO.

Le alternative di compromesso paretiane per il sottosistema Ceresio-Tresa e per il sistema complessivo, sono state valutate in base ad alcuni criteri generali e specifici, che tratteggiano una griglia di strategie di adattamento, tenendo conto delle problematiche e delle sfide formulate nel paragrafo 3.

Considerando lo scenario climatico attuale, l'alternativa efficiente di compromesso per il Ceresio (denominata A150) ha permesso di individuare un ampio margine di miglioramento per gran parte dei settori coinvolti rispetto alle prestazioni prodotte dall'applicazione del regolamento attualmente in vigore.

Per il sistema Verbano-Ticino, tra tutte le alternative simulate, al termine del processo negoziale, sono state individuate dai portatori di interesse 9 alternative che riscuotono il maggior consenso (A8, A26, A362, B22, B353, C209, C352, C370, C426).

Tra le diverse tipologie di alternative e fra le alternative della stessa tipologia (A, B o C) ovviamente esistono gradi di soddisfazione diversi tra i portatori, con utilità in genere superiori a quella attuale o in ogni caso leggermente inferiori.

Particolarmente critico è risultato soltanto il settore Biodiversità, al cui interno gli indicatori definiti assumono sempre dei valori non soddisfacenti; dagli stessi portatori di interesse di questo settore, tuttavia, è stata riconosciuta durante il processo di negoziazione la necessità di approfondire la tematica e di definire indicatori robusti e condivisi in grado di descrivere il settore.

Le alternative selezionate sono state analizzate successivamente anche su un orizzonte esteso 1990-2010, dimostrando una certa robustezza anche con condizioni del fiume Po peggiori di quelle del breve periodo in cui si disponeva di dati di dettaglio di deflusso a monte di Pavia.

Scenari di cambiamento climatico

Tramite la catena modellistica descritta al paragrafo 4 sono state valutate le conseguenze degli scenari di cambiamento climatico sulle alternative di compromesso selezionate e, in generale, su tutte le alternative generate.

I risultati dell'approccio seguito, le ipotesi e le approssimazioni introdotte sono descritte nel rapporto conclusivo del progetto.

In questa sede si ritiene utile sottolineare i seguenti punti che aiutano a definire una strategia per il periodo di transitorio e per un adattamento al cambiamento climatico:

- In generale, l'allargamento dello spazio decisionale e di regolazione consente di aumentare, anche con le condizioni climatiche attuali, la soddisfazione generale dei portatori di interesse. Le alternative di tipo B migliorano per alcuni settori le utilità rispetto alle alternative di tipo A. Le alternative di tipo C (nuovo sbarramento e nuova politica di regolazione), ampliando ulteriormente lo spazio decisionale, consentono di migliorare ulteriormente e significativamente tali utilità.
- Gli scenari climatici e idrologici generati per il periodo 2041-2050 inducono una modifica stagionale del ciclo idrologico e una diminuzione di disponibilità idrica che si riflette in una drastica riduzione delle utilità di tutti i settori di interesse.
- Anche in condizioni di cambiamento climatico, le alternative di tipo C, rispetto alle alternative di tipo A e B, consentono in parte di alleviare gli effetti negativi del cambiamento climatico.

Regolazione congiunta

La sottoazione 2.1 del progetto Strada ha analizzato per la prima volta la possibilità di regolazione congiunta del lago Maggiore e del lago di Lugano.

A causa della complessità del sistema si è mostrato che non è possibile calcolare e risolvere il problema di controllo ottimo per l'intero modello del sistema; adottando una soluzione subottima e risolvendo in cascata il problema di controllo per il sottosistema del Ceresio e poi per il sottosistema del Verbano è possibile conseguire dei miglioramenti limitati per alcuni obiettivi del Verbano, a spese di una perdita delle utilità dei portatori sul Ceresio.

In termini di pianificazione delle politiche questi vantaggi sono limitati, in quanto le statistiche di afflusso medie utilizzate non consentono di considerare condizioni specifiche, in particolare periodi di prolungata siccità, dove la sinergia dei due bacini potrebbe essere sfruttata con successo.

Per sfruttare l'opportunità di una regolazione congiunta durante questi eventi è necessaria una cosiddetta *regolazione in linea*, in cui alla politica di regolazione definita nella fase di pianificazione viene innestata una politica che massimizza l'utilità del sistema nel breve e medio periodo, facendo uso di ulteriore informazione (in particolare previsioni meteorologiche, previsioni idrologiche, condizioni di umidità del bacino), che non può essere considerata durante la fase di pianificazione delle politiche.

9. Strategia

In generale, le nuove alternative di regolazione dei livelli lacustri, in condizioni attuali e considerato il cambiamento climatico, con l'attuale tipologia di opere di regolazione o con il nuovo sbarramento progettato alla Miorina dovranno rispettare alcuni requisiti generali ed essere affiancate da misure di accompagnamento:

- Le politiche di regolazione dovranno essere non rigide ma flessibili, in grado di adattarsi allo scenario di transitorio (politiche adattative).
- Tali politiche dovranno considerare l'incertezza insita negli scenari e anche nelle previsioni di breve termine. I portatori di interesse e anche i decisori dovranno essere informati adeguatamente sull'ampiezza e sul significato di tale incertezza e sviluppare una capacità di gestione e di decisione in tale contesto.
- Le azioni di monitoraggio necessarie devono essere avviate e/o proseguite nei prossimi anni, al fine di raccogliere informazioni essenziali per valutare la resilienza del sistema e di verificare sul campo i mutamenti previsti. È indispensabile ampliare e rafforzare le reti di misurazione e i modelli relativi al clima e alle ripercussioni dei cambiamenti climatici nel settore idrico.
- A livello decisionale, anche le autorità locali dovranno essere coinvolte nello sviluppo di strategie parziali e nelle azioni di monitoraggio.

Gli scenari di cambiamento climatico utilizzati all'interno dell'Azione 2 del progetto Strada confermano la tendenza generale indicata dalle pubblicazioni scientifiche degli ultimi anni e menzionate anche nella Strategia di adattamento del Consiglio federale della Confederazione Svizzera.

In particolare, la diminuzione delle precipitazioni estive, prevista dai principali modelli climatici, si ripercuote su tutti i settori che utilizzano l'acqua: l'*agricoltura*, la *produzione energetica*, l'*ambiente* e la *biodiversità*. La pressione sulle riserve idriche disponibili aumenterà con i cambiamenti climatici e potranno acuirsi situazioni di competizione fra i diversi utilizzatori.

- ➔ L'adattamento dovrà puntare a ridurre il fabbisogno irriguo e ad utilizzare in maniera ottimale le risorse idriche disponibili. A tal fine saranno probabilmente necessari nuovi sistemi di irrigazione e nuove regole di ripartizione, accanto alla modifica delle attuali politiche di regolazione dei livelli lacustri.

I risultati conseguiti dal progetto Strada sulle politiche di regolazione dei due bacini lacustri Ceresio e Verbano forniscono un contributo importante per affrontare preparati situazioni di stress idrico che potrebbero presentarsi in futuro.

In questo contesto il rispetto e la eventuale revisione degli accordi internazionali dovranno essere considerati temi di primaria importanza.

La crescita delle temperature dell'atmosfera porterà verosimilmente ad una modifica del ciclo idrologico, con un aumento dei deflussi invernali e la possibilità di episodi alluvionali anche in stagioni solitamente risparmiate da questi fenomeni.

- ➔ Le misure di protezione contro le piene, le misure di preallerta e organizzative, così come quelle di pianificazione del territorio dovranno essere coordinate e maggiormente affinate, in particolar modo nei territori lungo le sponde dei laghi Maggiore e Ceresio, nei quali lo sviluppo territoriale è stato elevato negli scorsi decenni, incrementando la vulnerabilità delle infrastrutture insediate.
- ➔ La regolazione dei livelli lacustri di Verbano e Ceresio dovrà in futuro utilizzare in maniera sempre maggiore le previsioni meteorologiche e idrologiche quale strumento aggiuntivo ed

essenziale per la gestione della domanda idrica a medio termine e, ove possibile, a corto termine (regolazione in linea). L'Ufficio dei corsi d'acqua del Cantone Ticino e l'Ufficio federale dell'ambiente lavoreranno anche in futuro in questa direzione, soprattutto per quanto riguarda il miglioramento delle misure di monitoraggio, previsione e allerta.

- Dovrà essere ulteriormente incrementata e perfezionata la coordinazione a livello locale, nazionale e internazionale tra i settori tecnici di protezione contro le piene e le forze di intervento dei servizi di protezione della popolazione e protezione civile (cfr. risultati Azione 6 del Progetto Strada).

I cambiamenti di temperatura e delle precipitazioni si ripercuotono anche sulla diffusione delle specie animali e vegetali e sugli habitat naturali.

- Per permettere alle specie vegetali e animali di adattare i loro habitat ai cambiamenti climatici dovranno essere rimossi tutti gli ostacoli alla loro mobilità.
- Particolari habitat in equilibrio dinamico, quali per esempio le Bolle di Magadino alla foce del fiume Ticino nel lago Maggiore, dovranno essere oggetto di un'attenzione particolare in questo contesto, essendo già sottoposti alla forzante esterna della regolazione artificiale dei livelli. Le azioni di monitoraggio in questa regione dovranno essere mantenute ed incrementate.

L'Ufficio dei corsi d'acqua del Cantone Ticino e la delegazione dell'Ufficio federale dell'ambiente che hanno partecipato alle diverse fasi di studio e di negoziazione hanno espresso la loro posizione a favore della realizzazione di un nuovo sbarramento a Sesto Calende, che insieme ad un nuovo disciplinare di regolazione consentirebbe di incrementare l'utilità complessiva del sistema e dei singoli portatori di interesse.

A questo proposito, gli approfondimenti tecnici ancora necessari dopo il progetto Strada dovranno essere accompagnati da altrettante azioni politiche che avviino il processo e facilitino l'incontro di delegazioni incaricate da entrambe le parti di valutare concretamente la fattibilità dell'intervento.

I risultati del progetto Strada hanno altresì mostrato che, poiché il nuovo sbarramento non potrà essere realizzato nell'immediato, durante il transitorio è comunque interessante l'applicazione di una diversa politica di regolazione ed, eventualmente, di una modifica della fascia di regolazione, individuando una politica di tipo A o di tipo B fra quelle selezionate alla fine del processo di comparazione delle alternative.

10. Pubblicazioni di riferimento

- [1] UFAM Ufficio federale dell'ambiente. (2012) Adattamento ai cambiamenti climatici in Svizzera. Obiettivi, sfide e campi di azione. Prima parte della strategia del Consiglio federale del 2 marzo 2012.
- [2] UFAM Ufficio federale dell'ambiente. (2012) Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer, Synthesebericht zum Projekt Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz (CCHydro)
- [3] UFAM Ufficio federale dell'ambiente. (2012) Einzugsgebietsmanagement. Anleitung für die Praxis zur integralen Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz.
- [4] Agenda 21 per l'acqua (2011) Gestione a scala di bacino. Linee guida per una gestione integrata delle acque in Svizzera.





REPORT

2

REPORT

2

Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la gestione delle sorgenti di montagna

AUTORI:

Laura Pia Lodi
(Struttura Attività Geologiche
della Regione Autonoma Valle d'Aosta)

Eline Mignot
(Alpgeo - Cantone del Vallese)

IMMAGINE PAGINA PRECEDENTE:

Torrente
foto di Carlo Silva,
Direzione Generale Agricoltura Regione Lombardia

1. Quadro conoscitivo

Le Alpi sono considerate il “castello d’acqua d’Europa”, ossia un territorio che influenza in modo determinante i flussi delle acque superficiali e sotterranee nei paesi vicini.

La Valle d’Aosta è caratterizzata da un numero elevato di sorgenti. I dati in possesso dell’Amministrazione regionale ne indicano oltre 1700; in relazione alle diverse fasce altimetriche esse possono essere suddivise in sorgenti di alta e media montagna e di fondovalle.

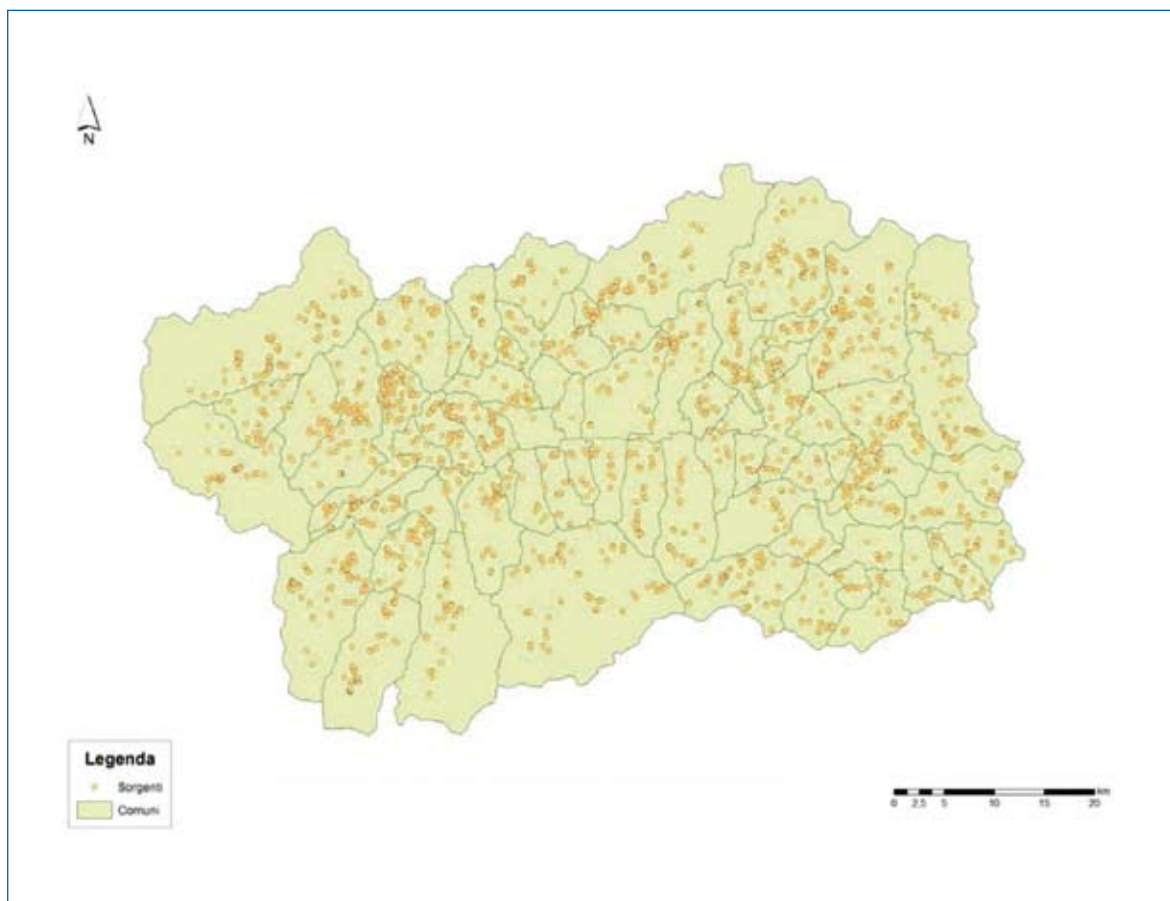


Fig.1: Distribuzione delle sorgenti presenti sul territorio regionale della Valle d’Aosta (fonte: database regionale modificato).

- **Sorgenti di alta montagna.** Numerose e spesso caratterizzate da modeste portate e captate attraverso opere poco efficienti, servono mediamente pochi abitanti equivalenti con picchi in estate e in inverno (turismo estivo ed invernale). Le problematiche cui queste acque sono soggette sono generalmente connesse alla presenza nelle vicinanze di alpeggi estivi (pascolo e stabulazione di bestiame), di fauna selvatica e di un fondo ambientale che può rilasciare nelle acque elementi inquinanti (nichel, cromo esavalente, arsenico, ecc.). Un esempio di sorgente di alta montagna è quella denominata “Alpe Perrot” nel Comune di Champdepraz.



Fig.2: Ubicazione della sorgente denominata Alpe Perrot (a) e vasca interna con stramazzo (b).

- **Sorgenti di media montagna.** Come quelle di alta montagna, esse sono numericamente importanti ma caratterizzate da portate modeste. Le opere di captazione sono generalmente poco o mediamente efficienti e gli abitanti equivalenti variano in relazione alla stagione. Le problematiche che si evidenziano sono connesse al pascolo e alla stabulazione di bovini e ovini durante la primavera e l'autunno, alla presenza di piccoli centri abitati densamente popolati nei periodi di richiamo turistico e all'eventuale presenza di un fondo ambientale inquinante. Un esempio di sorgente di media montagna è quella denominata "Promiod" nel Comune di Châtillon.



Fig.3: Ubicazione della sorgente denominata Promiod (a) e vasca interna con stramazzo (b).

→ **Sorgenti di fondovalle.** Meno numerose, esse sono normalmente caratterizzate da portate maggiori rispetto a quelle di alta e media montagna. Le opere di presa sono più efficienti. Il numero degli abitanti equivalenti serviti è circa costante tutto l'anno. Essendo tali sorgenti ubicate presso centri urbani, le problematiche cui possono essere soggette sono da ricondurre a centri di pericolo perlopiù puntuali e fondo ambientale potenzialmente inquinante. Un esempio di sorgente di fondovalle è quella denominata “Entrebin”, nel Comune di Aosta.



Fig.4: Ubicazione della sorgente denominata Entrebin (a), galleria drenante (b) e stramazzo (c).



Il territorio svizzero copre 41'280 km², dei quali il 61% è occupato dalle Alpi e l'80% è direttamente interessato dall'acqua potabile e sotterranea. Il Cantone del Vallese copre 5'225 km². Le attività antropiche sono concentrate nelle pianure, ma l'urbanizzazione cresce anche in altitudine, ed ancora di più grazie agli effetti del turismo invernale.

I rischi maggiori per sorgenti di montagna sono di tipo:

- Qualitativo: malghe, incidenti da macchine agricole, traffico aereo (elicottero, atterraggi su ghiacciaio).
- Quantitativo: adattamento ai cambiamenti climatici, aziende agricole idroelettriche, costruzione di gallerie sotterranee.

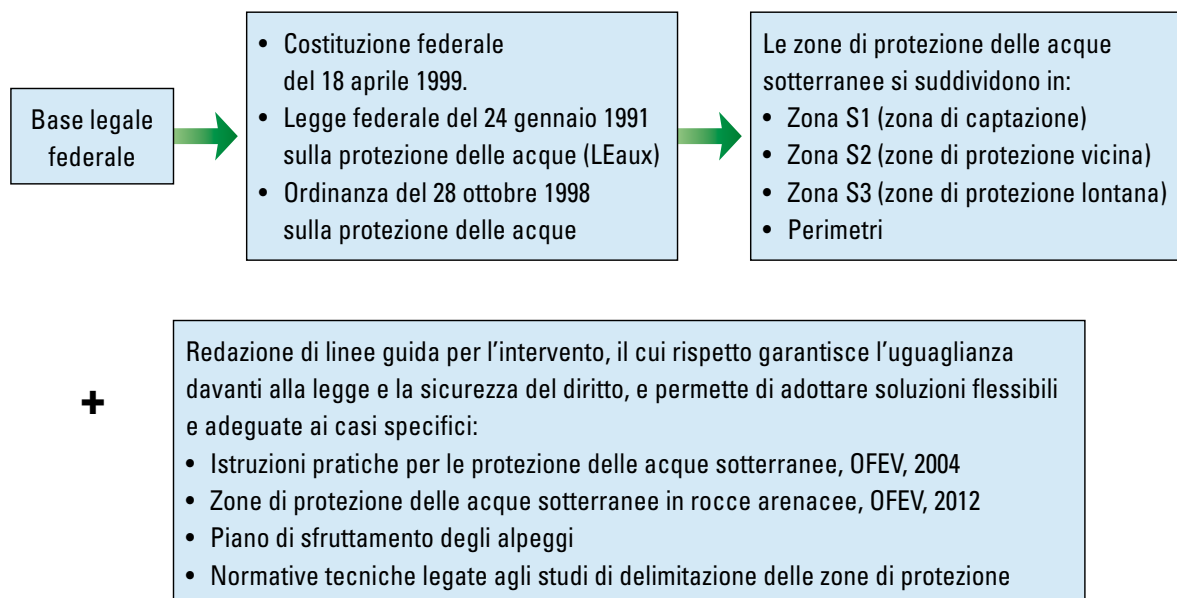
Le sorgenti studiate nel contesto di STRADA sono situate tra quota 600 e 1'600 m s.l.m ed in differenti contesti geologici.

Normativa nazionale in materia di definizione delle aree di protezione

In Svizzera, circa l'80% di tutta l'acqua potabile è sotterranea mentre in Italia, questa percentuale è stimata essere pari all'85%: le acque sotterranee devono essere, di conseguenza, considerate una risorsa di interesse pubblico. Nei due paesi, le autorità pubbliche sono per legge responsabili nel garantire una protezione adeguata e norme atte a salvaguardare la qualità delle acque sotterranee come risorsa per le generazioni future.

La Direttiva Europea 2000/60 è stata recepita dal Decreto legislativo n. 152/2006. Tale decreto individua le Regioni quali enti preposti alla definizione dei criteri che meglio si adattano alle realtà territoriali per tracciare le aree di salvaguardia delle sorgenti (art. 94) sulle quali vengono imposti vincoli d'uso del suolo. In assenza di tale definizione lo stesso decreto indica un criterio geometrico e delle dimensioni minime: la zona di tutela assoluta e la zona di rispetto sono rappresentate da un cerchio rispettivamente con raggio pari a 10 m e pari a di 200 m al cui centro è ubicata l'opera di captazione, la zona di protezione è rappresentata da tutto il bacino di alimentazione.

In Svizzera corre l'obbligo di proteggere l'acqua da un punto di vista quantitativo e qualitativo, obbligo che è stato introdotto nel 1990 con le politiche federali per la protezione delle acque (LWP 1991 & WPO, 998). Per assicurare la protezione delle risorse, vi è l'obbligo giuridico di compilare mappe di protezione delle acque, allo scopo di regolarizzare le pratiche territoriali secondo livelli di protezione per diversi settori e aree.



Tab. 1: Quadro legale normativo completo vigente in Svizzera.

Normativa regionale in materia di definizione delle aree di protezione

La legge della Valle d'Aosta che norma la delimitazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti ad uso potabile è la legge regionale 11/1998, alla quale si affianca la Delibera del Consiglio Regionale n. 792/XI del 28/07/1999. Quest'ultima prevede, in conformità con il D.Lgs. 152/2006, una zona di tutela assoluta rappresentata da un cerchio di raggio pari a 10 m, ma una zona di rispetto pari ad un semicerchio di 200 m di raggio a monte e fianco dell'emergenza adattato in relazione alla vulnerabilità della sorgente stessa. Tale semicerchio può essere ridotto o ampliato in relazione alla vulnerabilità della sorgente e alla presenza di centri di pericolo. La zona di protezione è prevista pari al bacino imbrifero afferente alla sorgente.

La normativa regionale non indica però nessun metodo per la valutazione della vulnerabilità delle sorgenti di montagna. Il fondamentale concetto di vulnerabilità è invece la base su cui si costruiscono gli scenari e quindi le azioni.

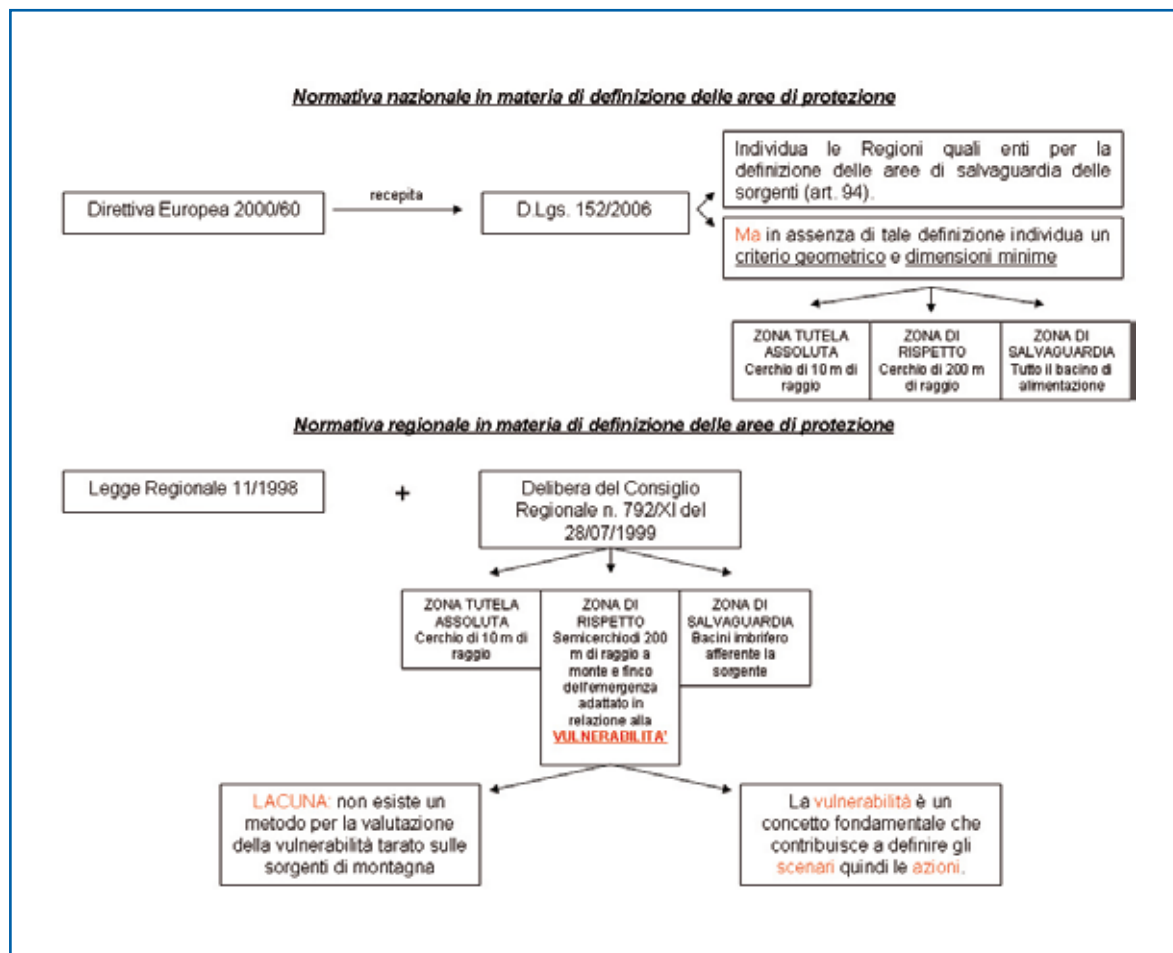
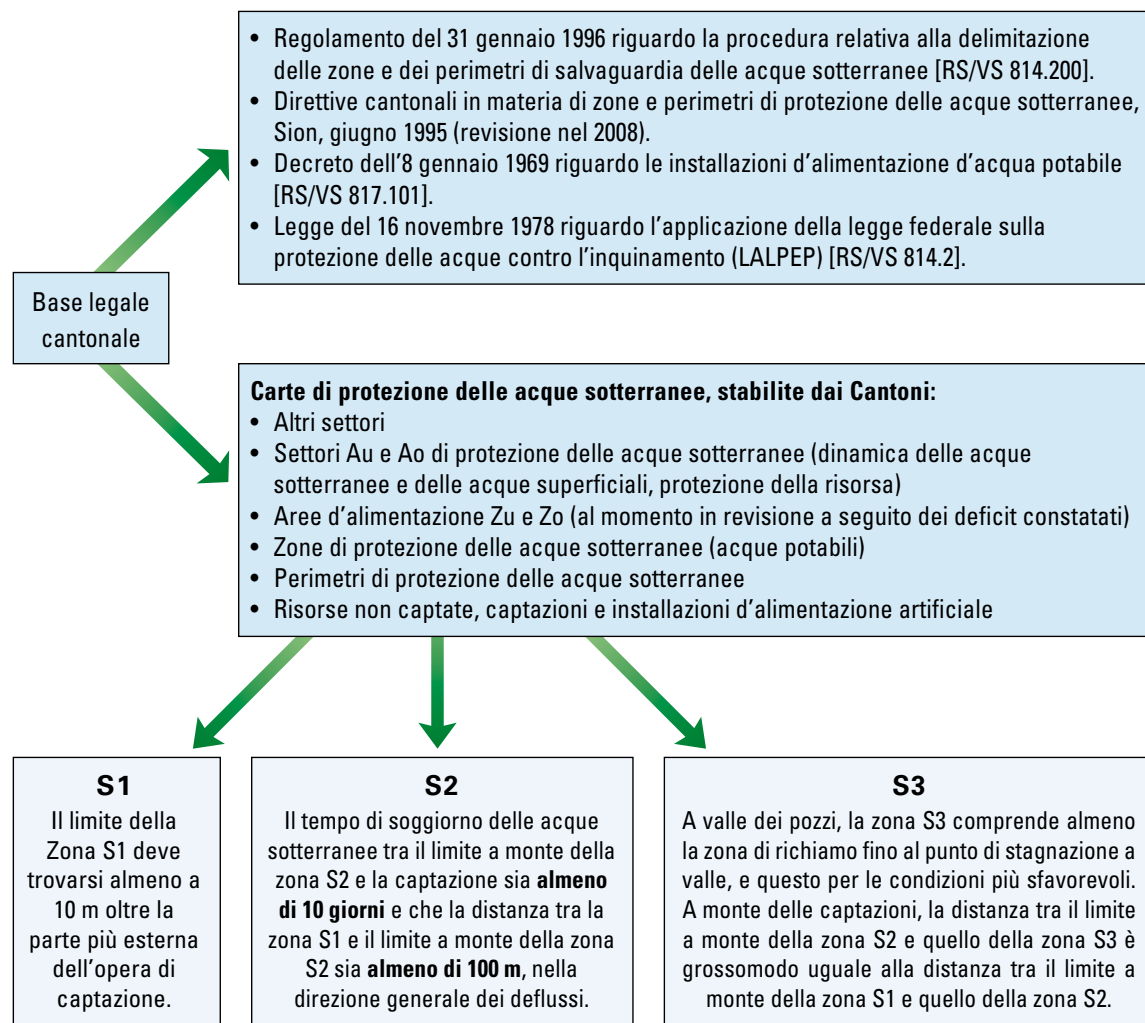


Fig.5: Schema riassuntivo della normativa nazionale e regionale di riferimento per le aree di salvaguardia delle sorgenti ad uso potabile e definizione delle diverse zone soggette a vincoli d'uso.

Nel Vallese, la legge cantonale segue lo schema cantonale di riferimento per le aree di salvaguardia delle sorgenti ad uso potabile e definizione delle diverse zone soggette a vincoli d'uso.



Tab. 2: Quadro legale normativo cantonale vigente in Vallese.

2. Scenario di riferimento

Proiezioni di variabili fisico-morfologiche

Un aumento degli eventi caratterizzati da precipitazioni concentrate e intense (vedi Atlante delle precipitazioni intense – Azione 5), una diminuzione delle precipitazioni nevose ed un aumento delle temperature inducono rispettivamente ad un aumento del ruscellamento, ad una diminuzione delle Snow Water Equivalente (SWE) e ad un aumento dell'evapotraspirazione con conseguente diminuzione dell'infiltrazione efficace. Tali tendenze si ripercuotono sul regime delle sorgenti che appare sempre più caratterizzato da picchi di portata di breve durata e associati ad una generale diminuzione delle portate.

Proiezioni di politiche, assetto istituzionale e quadro normativo

Al fine di gestire in maniera ottimizzata la rete acquedottistica e quindi le risorse idriche sotterranee e per un uso più consapevole delle stesse e del suolo (vincolare il territorio solo dove effettivamente è necessario alla tutela delle acque sotterranee), la gestione del servizio idrico deve essere integrata ed affidata ad un unico ente: il Servizio Idrico dei Sub-Ato.

In Svizzera il monitoraggio delle risorse si attua attraverso la rete di osservazione nazionale delle acque sotterranee (NAQUA), attraverso campagne cantonali di analisi dei parametri fisici e chimici, e grazie al monitoraggio generale delle acque sotterranee (aspetti quantitativi e dinamici della risorsa).

Previsioni demografiche

Il totale degli abitanti della Valle d'Aosta è pari a 128.000 di cui il 76% residente nei 31 comuni della piana e il 24% in alta e media montagna. Il ripopolamento delle medie e alte quota mostra una lieve tendenza positiva.

Nel Vallese, l'acqua viene distribuita a circa 313'000 abitanti, quali 57% sono situati in aree urbane. La densità di popolazione è di 60 abitanti/km² ed il tasso di ringiovanimento è basso.

3. Obiettivi e indicatori

Articolazione per settore d'intervento, nello spazio e nel tempo

La definizione di una Priority List che stili un elenco ragionato delle sorgenti su cui intervenire con il monitoraggio e gli interventi di tutela diventa necessaria. Essa può essere stilata in relazione agli abitanti equivalenti serviti, alla vulnerabilità preliminare valutata e al contesto idrogeologico in cui essa è inserita.

In Svizzera, la Priority List è determinata dal contesto idrogeologico, dalla vulnerabilità preliminare della sorgente, dalla sensibilità ai fattori climatici, a dagli abitanti equivalenti serviti.

Definizione di indicatori di contesto

Tra gli indicatori di contesto quelli che devono essere presi in considerazione in maniera prioritaria sono il numero degli abitanti equivalenti, la loro distribuzione nell'arco dell'anno e le caratteristiche idrogeologiche che caratterizzano la sorgente.

Definizione di indicatori di realizzazione

Gli indicatori che meglio esprimono la realizzazione della strategia di tutela e adeguamento ai cambiamenti climatici sono: lo stato di accorpamento delle sorgenti in sistemi acquedottistici ottimizzati, lo stato di definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti ad uso potabile e al contempo lo stato di adeguamento dei PRGC.

In Svizzera sono considerati, come indicatori principali: le aree di salvaguardia (con revisioni in corso), la pianificazione territoriale, la protezione delle foreste, i rischi geologici, l'accorpamento di sorgenti in sistemi acquedottistici ottimizzati secondo il contesto idrogeologico e, infine, il turbinaggio delle acque potabili.

4. Azioni / Alternative

Definizione delle tipologie di azioni possibili

Le azioni possibili finalizzate alla salvaguardia delle risorse idriche sotterranee in relazione ai cambiamenti climatici si concretizzano nella definizione di sistemi acquedottistici ottimizzati (sub-ATO) che gestiscano in maniera integrata la risorsa e evitino sprechi, nella definizione preliminare della vulnerabilità delle sorgenti e nella messa in atto di un processo di partecipazione della popolazione che miri ad aumentare la consapevolezza che le sorgenti sono un bene di tutti, da tutelare e gestire in maniera sostenibile.

In Svizzera, l'impegno politico è essenziale per elaborare una strategia per la gestione integrata delle risorse idriche in settori diversi e spesso concorrenti tra loro, quali principalmente l'agricoltura, la produzione di energia, il turismo

Generazione di alternative

La salvaguardia delle sorgenti viene raggiunta attraverso l'imposizione di vincoli di uso del suolo (Sorgenti Mascognaz 1 e Mascognaz 2). Per mezzo della definizione delle aree di salvaguardia si tende ad un risanamento delle risorse idriche sotterranee grazie alle capacità di autodepurazione del suolo e della zona insatura una volta che la fonte di inquinamento viene rimossa. Se tali vincoli non vengono imposti o essi non sono sufficienti a salvaguardare la risorsa (fondo ambientale che inquina le acque) le alternative sono la dismissione della sorgente (Sorgente Promiod), la clorazione o interventi simili (sorgente Alpe Perrot) e la razionalizzazione della distribuzione.

Descrizione del ciclo di vita delle azioni

Il ciclo di vita delle diverse azioni è connesso alla priority list e al tempo che viene impiegato dal sistema acquifero per auto depurarsi e quindi rispondere in maniera positiva all'imposizione dei vincoli d'uso. Il concetto di monitoraggio riposa su azioni periodiche quali il monitoraggio in senso stretto, gli interventi tempestivi secondo le specifiche particolari e il controllo di qualità, e azioni specifiche sulla base di prove dirette o indirette, come le tendenze climatico-idrologiche a livello regionale, che rappresentano il contesto di riferimento per le strategie di adattamento.

Analisi di fattibilità

La gestione dei fondi per la valutazione della vulnerabilità delle sorgenti viene fatta appoggiandosi alla priority list.

Strumenti attuativi

Gli strumenti attuativi sono i seguenti:

- PRGC
- linee guida per la valutazione della vulnerabilità delle sorgenti di montagna
- installazione di sonde multiparametriche dove necessario
- corsi per lo scarico dei dati e la loro gestione "facilitata" da parte degli operatori comunali competenti in materia di sorgenti
- realizzazione di un software user friendly e free per la valutazione della vulnerabilità delle sorgenti e la definizione delle aree di salvaguardia.

Stima degli effetti delle Azioni di ritorno

Gli effetti saranno di tipo **economico** con una diminuzione dello spreco della risorsa idrica sotterranea, **sociale** relativamente all'aumento di benessere conseguente ad un miglioramento della qualità delle acque potabili, **territoriale** con un uso del territorio più razionale (vincolare solo dove realmente serve per tutelare la risorsa idrica sotterranea) e **ambientale** in quanto l'acqua è una delle componenti ambientali più vulnerabili e il cui deterioramento ha immediati effetti sulla salute umana.

Confronto e scelta tra alternative

Le strategie di adattamento di questa azione non presentano alternative al loro interno. Tale condizione è definita anche a norma di legge.

In Svizzera, le misure di mitigazione o di compensazione de gli effetti negativi sono:

- Piano agropastorale delle attività pastorali
- Chiusura delle zone d'infiltrazione preferenziale (doline, perdite, ecc...)
- Captazioni più profonde (perforazioni)
- Clorazione
- Educazione degli attori interessati

5. Attuazione e monitoraggio

Indirizzi e criteri per l'attuazione

Il primo step riguarda la scelta di sorgenti in contesti idrogeologici diversi e di vulnerabilità preliminari diverse con un conseguente miglioramento del quadro conoscitivo. Il successivo passo è il monitoraggio delle sorgenti scelte con coinvolgimento dei Comuni nell'adattare le sorgenti perché sia possibile la loro strumentazione (es. rifacimento stramazzo sorgente Promiod).



PRIMA



DOPO

Fig.6: Sorgente denominata Promiod. Condizioni delle stramazzo prima e dopo l'intervento di riprofilatura al fine di rendere strumentabile quindi monitorabile la sorgente.

Il monitoraggio consente la raccolta di dati di portata, conducibilità elettrica e temperatura per la valutazione della vulnerabilità della sorgente applicando più metodi. Conoscendo la vulnerabilità della sorgente nel suo contesto idrogeologico possono essere definite le aree di salvaguardia che poi vengono recepite dagli strumenti di pianificazione territoriale. La definizione delle aree di salvaguardia, come già detto poc' anzi, tutela la sorgente e l'acquifero che la alimenta conducendo ad un risanamento della stessa.

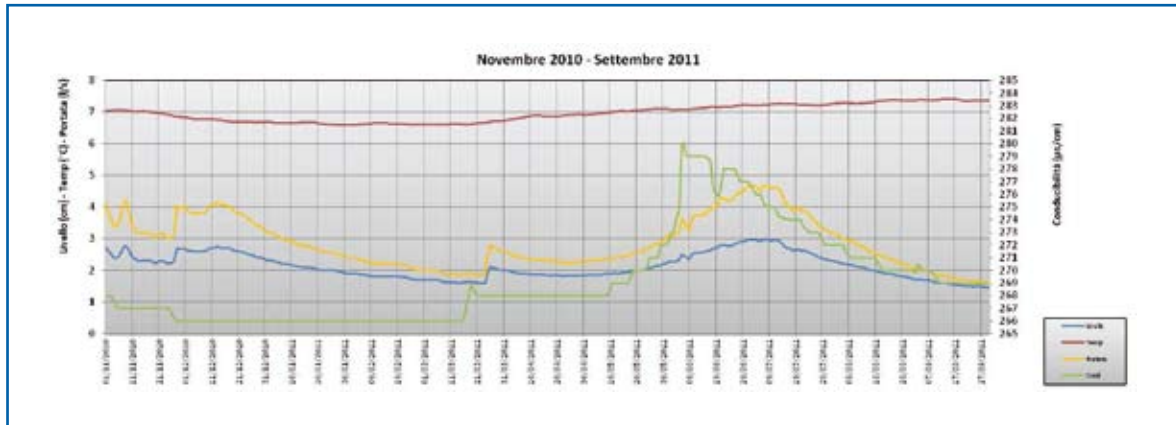


Fig.7: Idrogramma della sorgente denominata Promiod riportante anche i dati di temperatura, livello e conducibilità.



Fig. 8: Monitoraggio in posto alla sorgente di Baltschieder

Monitoraggio del processo e indicatori di realizzazione

Nell'ambito della sottoazione 3.2 del progetto Stada sono state studiate 9 sorgenti ubicate in Valle d'Aosta. A partire dall'esperienza acquisita nel monitoraggio e nella valutazione della vulnerabilità di queste 9 sorgenti e nella successiva applicazione di vincoli territoriali, si procede allo studio delle sorgenti inserite nella priority list. Le 9 sorgenti sono un esempio cui fare riferimento per un'applicazione speditiva dei metodi così tarati.



Fig. 9: Ubicazione delle sorgenti strumentate nell’ambito del progetto STRADA e oggetto di monitoraggio in Vallese (in giallo) e in Valle d’Aosta (in blu). Da Christe et al., 2013.

Nel canton Vallese 5 sorgenti, scelte per la diversità dei loro contesti idrogeologici, sono stati strumentate e monitorate.

	SPRINGS	GEOLOGICAL SETTING	AQUIFER TYPE	REGIME	OBSERVATION PERIOD
Canton Valais, Switzerland	LA LÉ 1550 m.a.s.l.	Morenic + alluvial deposit	Porous Heterogeneous	Snow melt	2008-2013
	LE BROCARD 620 m.a.s.l.	Bedrock: gneis	Fissured	Snow melt	1981-2013
	LA VOUETTE 730 m.a.s.l.	Sandstone (Permo-Carbonifer)	Fissured	Snow melt	2010-2013
	LE PIERRIER DE VISSE 1605 m.a.s.l.	Limestone + Scree	Karst	Snow melt Rainfall	2010-2013
	BRUNNENSTUBE 1 1460 m.a.s.l.	Bedrock: granite Quaternary deposit: morenic	Fissured Porous	Snow melt Rainfall	2011-2013

	SPRINGS	GEOLOGICAL SETTING	AQUIFER TYPE	REGIME	OBSERVATION PERIOD
Valle d'Aosta, Italy	ALPE PERROT 1280 m.a.s.l.	Bedrock: serpentinites -metabasalts Quaternary deposit: morenic - slope material	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012
	CHESEROD BASSA 1100 m.a.s.l.	Bedrock: Calc-schist Quaternary deposit: morenic	Porous	Snow melt	2010-2012
	ENTREBIN 1000 m.a.s.l.	Bedrock: Calc-schist Quaternary deposit: morenic	Porous	Snow melt	2010-2012
	MASCOGNAZ 1 1850 m.a.s.l.	Bedrock: metabasalts Quaternary deposit: morenic	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012
	MASCOGNAZ 2 1860 m.a.s.l.	Bedrock: metabasalts Quaternary deposit: morenic	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012
	PIANET 1270 m.a.s.l.	Bedrock: Calc-schist - gneis minuti	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012
	PROMIOD 1650 m.a.s.l.	Bedrock: metabasalts Quaternary deposit: morenic	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012
	VALMERIANA 2 1700 m.a.s.l.	Bedrock: serpentinites -metabasalts Quaternary deposit: morenic - slope material	Porous	Snow melt Rainfall	2010-2012

Fig.10: Tabella descrittiva delle sorgenti vallesane e valdostane in termini di contesto geologico, tipo di acquifero, regime idrologico e periodo d'osservazione. Da Christe et al., 2013.

Ricapitolando gli indicatori di realizzazione possono essere così riassunti:

1) Sviluppo di tecniche di monitoraggio e definizioni di strategie per la gestione di sorgenti rappresentative dei vari ambienti idrogeologiche al fine di ottenere una migliore comprensione degli acquiferi effettivamente o potenzialmente utilizzati per usi potabili.

2) Adozione di criteri comuni e standardizzati per la caratterizzazione, la sorveglianza e la tutela delle risorse idriche sotterranee nelle zone di montagna, tenendo in considerazione la complessità strutturale e morfologica degli ambienti montani.

3) Definizione, per le sorgenti, di indicatori di vulnerabilità e di resistenza ai cambiamenti climatici che si basano su un'analisi di cross-correlazione integrata di parametri indicativi del regime idrologico della sorgente e della sua evoluzione a medio e lungo termine.

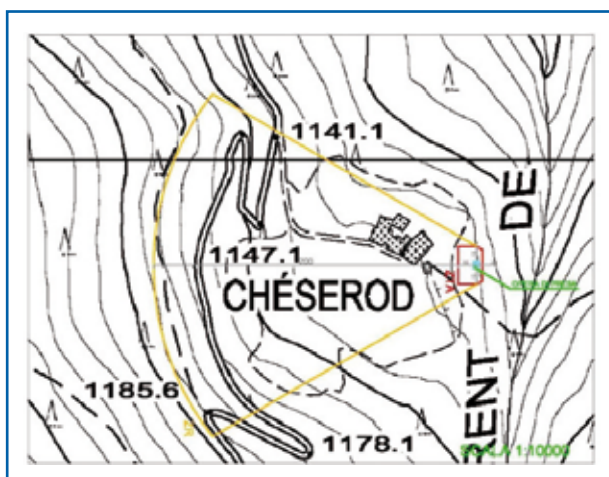


Fig.11: Definizione delle aree di tutela assoluta (in rosso) e di rispetto (in giallo) della sorgente denominata Chésérod.

CADASTRE DES CAPTAGES (Canton du Valais)

DONNES DE BASE

Nom usuel: La Lé
 Commune: Grône CH - X (m): 605'475
 Localité: Vallon de Réchy CH - Y (m): 118'880
 Propriétaire: Commune de Grône Z (émergence): 1'542 m.s.M.
 Exploitant: Commune de Grône Z (bassin versant): 1'550 - 3'150 m.s.M.

Extrait carte 1:25'000 :

CARACTÉRISTIQUES DU CAPTAGE

Source captée: oui non
 Type de captage: principal secondaire
 Intérêt: public privé
 Conformité captage (normes SSIQE): oui non
 Date du captage: 1958
 Vulnérabilité: à risque sans risque risque indéterminé
 Mode de captage: Drains Puits Forage Autres (spécifier)

CARACTÉRISTIQUES DE LA SOURCE

Type de source: de déversement de débordement de barrage karstique de faille indéterminée
 Émergence: source unique sources diffuses groupe de sources ligne de sources indéterminée
 Géologie: terrain meuble roche sédimentaire roche cristalline roche métamorphique roche évaporitique
 Aquifère: poreux fissuré karstique indéterminé
 Écoulements: très rapides (>300 m/s) rapides (50< m/s <300) moyens (20< m/s <50) lents (2< m/s <20) très lents (< 2 m/s)
 Eau: potable minérale thermale thermo-minér. indéterminé
 Régime: glaciaire nivo-glaciaire nival nivo-pluvial pluvial indéterminé

Période d'étude STRADA: 2008-2012 Format de données: numérique manuscrit télétransmission

Mesures STRADA: <input checked="" type="checkbox"/> débit [l/s]	<input checked="" type="checkbox"/> température [°C]	<input checked="" type="checkbox"/> K20 [µS/cm]	Analyses <input checked="" type="checkbox"/> chimie détaillée <input checked="" type="checkbox"/> chimie cations/anions majeurs <input checked="" type="checkbox"/> bactériologie TSD (mg/l): 350 pH: 7.2 - 7.5 Ions majeurs: Ca>Mg; HCO3>SO4 Dureté totale (°F): 13 - 14	
Maximum	70.5	6.8		409
Minimum	10.6	3.7		161
Moyenne	25.7	5.3		290

COMPORTEMENT DES PARAMETRES MESURES

Variation des paramètres mesurés	Réaction directe des paramètres mesurés par rapport à la météo	Relation entre les paramètres mesurés Débit / Cond. électrique / Température	Etiage et crue	Principale recharge de l'aquifère	Remarques
<input checked="" type="checkbox"/> Saisonnière <input type="checkbox"/> Mensuelle <input type="checkbox"/> Journalière <input type="checkbox"/> Aucune	forte moyenne faible Q <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> K20 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	↑ ↓ ↑ ↓ <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Période basses eaux novembre-mars Période hautes eaux mai-juillet	Forte nivale, apports du torrent de la Rèche	La température augmente lorsque le débit augmente

COMMENTAIRES

Vulnérabilité de la source :

- Exemple : Le captage est vulnérable car il est dépendant des événements météorologiques (diminution ou augmentation du manteau neigeux, variations de la température de l'air qui fait retarder ou avancer la fonte des neiges).
- Exemple : Il n'y a pas de corrélation directe entre le débit au captage et les événements pluvieux.
- Autre commentaire

Événements particuliers:

- Exemple : En 2011, les valeurs de débit de la crue diminuée de moitié par rapport aux années précédentes (2008-2010). Les pluies du printemps et de l'été sont moins récurrentes et moins intenses que les 5 années précédentes (< 15 mm/j).
- Autre événement particulier

Fig. 12: Esempio di una scheda di presentazione di una sorgente: La Lé, Vallese.

Nell'ambito dell'azione 3 del progetto STRADA, è stata ideata una scheda di presentazione delle sorgenti con tutte le informazioni chiave, in particolare la descrizione del comportamento e la vulnerabilità. Questa scheda, un esempio della quale è rappresentato nell'immagine precedente, ha lo scopo di aiutare nel processo di decisione delle misure di organizzazione territoriale e nelle modalità di utilizzo ottimale della risorsa. In questo modo si punta ad ottimizzare sia la protezione qualitativa, in termini di zone di protezione di origine, sia la protezione quantitativa, in termini di modalità di funzionamento nel contesto dei cambiamenti climatici¹.

1. Global warming in the Alps: vulnerability and climatic dependency of alpine springs in Italy, Regione Valle d'Aosta (Italy) and Canton Valais (Switzerland), Pierre Christe*, Gianpiero Amanzio, Enrico Suozzi, Eline Mignot, Pascal Ornstein, European Geologist 35, May 2013.





REPORT

3

REPORT

3

Strategia di adattamento al cambiamento climatico per la gestione delle valanghe di piccole e medie dimensioni

AUTORI:

Igor Chiambretti
(AINEVA - Associazione Interregionale
Neve e Valanghe)

Betty Sovilla
(WSL Istituto per lo Studio della Neve
e delle Valanghe, SLF Davos)

Luca Pitet
(Regione Autonoma Valle d'Aosta)

IMMAGINE PAGINA PRECEDENTE:

Grigna
foto di Carlo Silva,
Direzione Generale Agricoltura Regione Lombardia

1. Quadro conoscitivo tecnico scientifico

Incertezze e lacune

Gli effetti indotti dalla variabilità climatica su un territorio orograficamente complesso come le Alpi sono ancora scarsamente compresi e gli attuali modelli climatici a scala sia globale (GCMs) sia regionale (RCMs) risultano ancora poco efficaci per simulare le conseguenze delle alterazioni delle variabili fisiche alla base dei fenomeni valanghivi. Qualora lo scenario di riferimento a scala globale trovasse conferme, potranno essere convalidate alcune assunzioni generali tuttavia, in questo quadro d'incertezza, non è ancora noto il complesso processo che ha causato gli eventi anomali osservati negli ultimi anni: il precoce verificarsi di eventi valanghivi nelle stagioni invernali e l'intensa attività valanghiva a primavera inoltrata. Questi accadimenti potrebbero essere indice di variazioni dello stato fisico del manto nevoso influenzate dal cambiamento climatico e di conseguenza potrebbero influire, a lungo termine, sugli scenari di pericolosità e rischio e sulle regole di gestione di queste problematiche.

Pur non potendo dibattere le cause, la rilevante variazione dei principali parametri ed, in particolare, delle temperature dell'aria (nei valori medi, minimi e massimi) potrebbe prospettare, in un futuro prossimo (fonte CIPRA 2002), una variazione nell'intensità, tipologia e nella distribuzione areale e altimetrica delle nevicate con possibili effetti diretti sulla reologia, frequenza e distanza di arresto degli eventi valanghivi (tipologia, magnitudo) ed effetti indiretti sulla durata e distribuzione areale della copertura nevosa stagionale. In particolare, un aumento della temperatura dell'aria influenzerà la tipologia e la quantità della precipitazione solida (tipologia dei cristalli, densità della neve di precipitazione, intensità e limite delle nevicate), le trasformazioni del manto nevoso al suolo (densità, umidità e contenuto in acqua liquida, metamorfismi e sviluppo di livelli fragili) e, di conseguenza, la tipologia degli eventi valanghivi. In alcuni casi, un maggior contenuto in acqua liquida del manto nevoso potrà consentire una riduzione degli attriti delle valanghe e quindi favorire distanze di arresto più elevate.

L'attuale quadro conoscitivo di riferimento nei settori d'interesse che includono l'influenza dei cambiamenti climatici sulle Alpi, l'evoluzione del manto nevoso in funzione delle forzanti climatiche e infine l'influenza del manto nevoso sulla dinamica valanghiva presentano tuttora incertezze e lacune riferibili a una conoscenza imperfetta e disomogenea dei processi fisici di base. In particolare, malgrado negli ultimi anni la modellistica di settore abbia fatto enormi passi in avanti, manca ancora completamente un nesso tra i diversi fattori. Tali limiti derivano principalmente dalla lacunosità della base dati, che non è sempre spazialmente e temporalmente sufficientemente rappresentativa di processi fisici articolati e complessi e dall'esiguo numero di aree campione studiate in dettaglio.

Il lavoro svolto durante il Progetto STRADA ha contribuito a diminuire, almeno in parte, tale incertezza del quadro conoscitivo.

2. Scenario di riferimento

Le valanghe di neve di piccola e media dimensione, caratterizzate spesso da tempi di ritorno ridotti, costituiscono una notevole problematica per tecnici e amministratori che devono gestirne gli effetti sul territorio antropizzato, in particolare all'interno delle aree sciabili attrezzate e lungo la rete stradale e ferroviaria. Le valutazioni del rischio e le relative decisioni sono spesso rese difficoltose dalla mancanza sia di specifiche previsioni locali - relative alla possibile evoluzione delle caratteristiche meteorologiche e nivologiche dell'area e alla loro influenza sulla dinamica delle valanghe nonché sulla corretta previsione delle distanze di arresto – sia di specifici indicatori descrittivi e prestazionali condivisi tra tecnici e amministratori.



Figura 1: Una valanga di neve bagnata raggiunge ed attraversa una strada in Austria (fonte SLF-Davos).

Un assetto istituzionale ed un quadro politico e programmatico variabile e scarsamente omogeneo tra gli stati partecipanti al progetto si ripercuote sull'effettiva possibilità di produrre scenari di rischio realistici ed omogenei su tutta l'area d'indagine. Infatti, il miglioramento delle misure di sicurezza da attuare, a fronte delle crescenti attività antropiche sul territorio (vie di comunicazione e attività turistico-ricreative), richiede una migliore conoscenza di questi eventi in termini di probabilità d'accadimento, localizzazione, magnitudo, estensione delle zone interessate e distribuzione spazio-temporale dei beni (persone o infrastrutture) esposti. In particolare, l'impianto normativo e amministrativo incompleto e non omogeneo causa difficoltà di carattere amministrativo-burocratico nel definire chiaramente matrici di ruoli, responsabilità e strumenti attuativi (questo in particolare in Italia). La presa di coscienza dei diversi attori coinvolti consentirebbe il disegno complessivo di un processo di governance, comunicazione e condivisione volto a ridurre al minimo la complessità degli scenari e a snellire procedure e tempi di reazione.

Inoltre, una sempre maggiore attenzione alla problematica ambientale/paesaggistica impone dei vincoli alla realizzabilità di opere che devono, sempre di più, rispondere ad esigenze di corretto dimensionamento, migliore inserimento nel territorio e sostenibilità economica e ambientale degli interventi.

3. Obiettivi e indicatori

Come è stato attuato il perseguimento di obiettivi di sostenibilità nel Progetto Strada? Come si è ovviato alla soggettività nella scelta degli indicatori?

L'area *tematica valanghe* si è focalizzata sulla creazione di metodi di valutazione degli impatti provocati dalle valanghe frequenti da utilizzare per proporre strategie di mitigazione del rischio in specifici campi di applicazione quali la gestione di vie di comunicazione e di comprensori sciistici, nonché sul miglioramento delle procedure di previsione e prevenzione del rischio valanghivo a scala locale, predisponendo al contempo i criteri base per la creazione di linee guida operative per le commissioni locali valanghe o organi tecnici consultivi simili. L'applicazione di questi risultati dovrebbe consentire la definizione e validazione di nuove procedure di gestione applicabili ad aree campione scelte all'interno dei territori di competenza dei diversi partner. In dettaglio gli obiettivi del progetto possono essere così riassunti:

- 1 - **Caratterizzazione statistica degli eventi frequenti.** Approfondimento delle conoscenze sugli eventi valanghivi del passato, attraverso analisi statistiche finalizzate all'individuazione della frequenza degli eventi e delle relative condizioni d'innnevamento, nonché alla definizione delle zone di distacco. Analisi del trend climatico con distinzione tra valanghe invernali (polverose, asciutte) e valanghe primaverili (di neve bagnata).
- 2 - **Raccolta dati presso diversi siti sperimentali.** Durante il progetto sono stati installati idonei strumenti in alcuni bacini d'interesse caratterizzati da aree con presenza di distacchi naturali e artificiali.



Figura 2: Strumentazione per la misurazione di diversi parametri durante il distacco di valanghe sia spontanee sia provocate presso il sito sperimentale di Punta Seehore (Valle di Gressoney – Valle d'Aosta – fonte UNV – Regione Autonoma Valle d'Aosta).

In questi bacini sono stati raccolti dati meteorologici, dati di copertura nevosa e informazioni inerenti all'attività valanghiva (tuttavia tale attività è stata, in genere, scarsa durante il periodo

di sperimentazione) con lo scopo di ridurre la lacunosità delle evidenze a disposizione dedicando particolare attenzione all’“interplay” tra manto nevoso e valanga. In alcuni siti sperimentali numerose valanghe sono state monitorate mediante apposite strumentazioni, capaci di misurare in continuo i loro principali parametri: velocità, pressioni d’impatto, pressione dinamiche, densità della massa nevosa in movimento. Mediante sensori sismici, FMCW e doppler radar si è potuto ricostruire l’evoluzione del flusso lungo il percorso (in termini di posizione e velocità, specie del settore frontale), mentre la fotogrammetria terrestre ha permesso di ricostruire i volumi delle componenti nubiformi.

L’analisi dei siti valanghivi selezionati per il progetto STRADA ha consentito di documentare, per ciascun accadimento, i volumi distaccati e depositi, la profondità media di erosione del manto lungo la zona di scorrimento e le distanze di arresto. Da questi parametri è stato possibile valutare il tipo di regime di flusso e l’interazione della valanga con il manto nevoso sottostante (capacità erosiva e distanze di arresto).



Figura 3. Area di distacco di una valanga distaccata artificialmente all’interno del comprensorio sciistico Parsenn/ Davos, Svizzera (fonte SLF-Davos).



Figura 4: Valanga distaccata artificialmente mediante Gazex nel sito valanghivo sperimentale dell’Aprica (Valtellina – Lombardia – fonte ARPA Lombardia).

Al contempo, i principali parametri del manto nevoso misurati per ciascun sito valanghivo hanno costituito la base per descrivere direttamente o impostare modelli numerici di simulazione della dinamica valanghiva: (SNOWPACK e Alpine3D). In particolar quest'ultima sembra essere influenzata dalla variabilità spaziale e altimetrica delle temperature del manto nevoso lungo il percorso.

3 - Approfondimento scientifico dei processi fisici che intercorrono tra manto nevoso e valanghe allo scopo di determinare quali parametri chiave, eventualmente influenzati dai cambiamenti climatici, giochino un ruolo preponderante nella dinamica valanghiva. Il distacco di una valanga è frutto di una complessa interazione tra fattori del terreno, del manto nevoso e delle condizioni meteorologiche a diverse scale. Tuttavia, le circostanze che consentono la propagazione di una frattura localizzata (punto super fragile), a scala millimetrica-centimetrica, sino al completo distacco di una valanga sono ancora poche chiare. Così come l'interazione tra terreno, manto nevoso (e la sua elevata variabilità spaziale e temporale) e i punti più fragili risulta ancora ambigua e difficilmente modellabile. A piccola scala, l'elevata variabilità spaziale del manto sembra favorire la nucleazione delle fratture pur limitandone la propagazione, viceversa una bassa variabilità permette una maggiore distribuzione nel mezzo della frattura. Secondo gli studi più recenti, il meccanismo di frattura si sviluppa secondo la sommatoria delle componenti tangenziali di taglio e di un collasso volumetrico (componente compressiva) dello strato fragile. La componente compressiva aumenta con l'aumentare della densità del lastrone di neve, degli attriti tra lastrone e manto nevoso sottostante, nonché dello spessore dello strato fragile. La componente tangenziale di taglio aumenta in funzione dell'incremento delle pendenze e della riduzione degli attriti tra lastrone e manto nevoso sottostante. Ne consegue che la frattura in un lastrone si genera nei settori di manto nevoso più sottile e si propaga al resto del mezzo più spesso: pertanto, un manto nevoso con elevata variabilità degli spessori tenderà a generare valanghe più piccole, mentre la frattura, generata dal collasso dello strato fragile, risulterà più facilmente propagabile quando gli attriti tra lastrone e resto del manto nevoso sono ridotti.

In alcuni siti sono state realizzate campagne di laser scanning allo scopo di meglio investigare l'influenza della variabilità e della distribuzione spaziale delle altezze del manto nevoso sulla morfologia locale (ed in particolare la rugosità del suolo) che influenza direttamente la localizzazione e l'estensione delle aree di distacco delle valanghe e dei volumi di neve mobilizzabili. I risultati ottenuti hanno permesso di caratterizzare, con precisione decimetrica, la distribuzione del manto nevoso lungo l'intero sito valanghivo ed eventualmente di ricostruirne la distribuzione mediante il modello numerico Alpine 3D.

Si è dimostrato quindi che le valanghe si formano quando il manto nevoso è caratterizzato da superfici omogenee, che facilitano la formazione di strati deboli estesi consentendo la propagazione della frattura su larghe aree. Per caratterizzare la nozione di omogeneità è stato utilizzato il concetto di rugosità superficiale. Lo stesso sito valanghivo presenta rugosità differenti nei diversi mesi dell'anno in funzione dei diversi scenari di copertura nevosa. I valori di rugosità sono calcolabili attraverso l'analisi dei dati di rilievo delle superfici mediante laser scanner. Il laser scanning dell'area di distacco, specie se condotto da terra, ha mostrato alcune limitazioni di copertura e risoluzione a causa del basso angolo d'incidenza della misura e dell'impossibilità di eseguire rilievi di estremo dettaglio da distanze elevate. L'esecuzione mediante apparecchiature eliportate ha consentito migliori risultati sebbene con costi più elevati e limitazioni dovute alle condizioni di volo. I risultati dimostrano, tuttavia, che la rugosità del terreno diminuisce con l'aumentare dell'altezza del manto nevoso e che l'estensione delle zone di distacco aumenta

con il diminuire della rugosità del terreno, fornendo prova dell'importanza della rugosità nella definizione dell'estensione della zona di distacco.

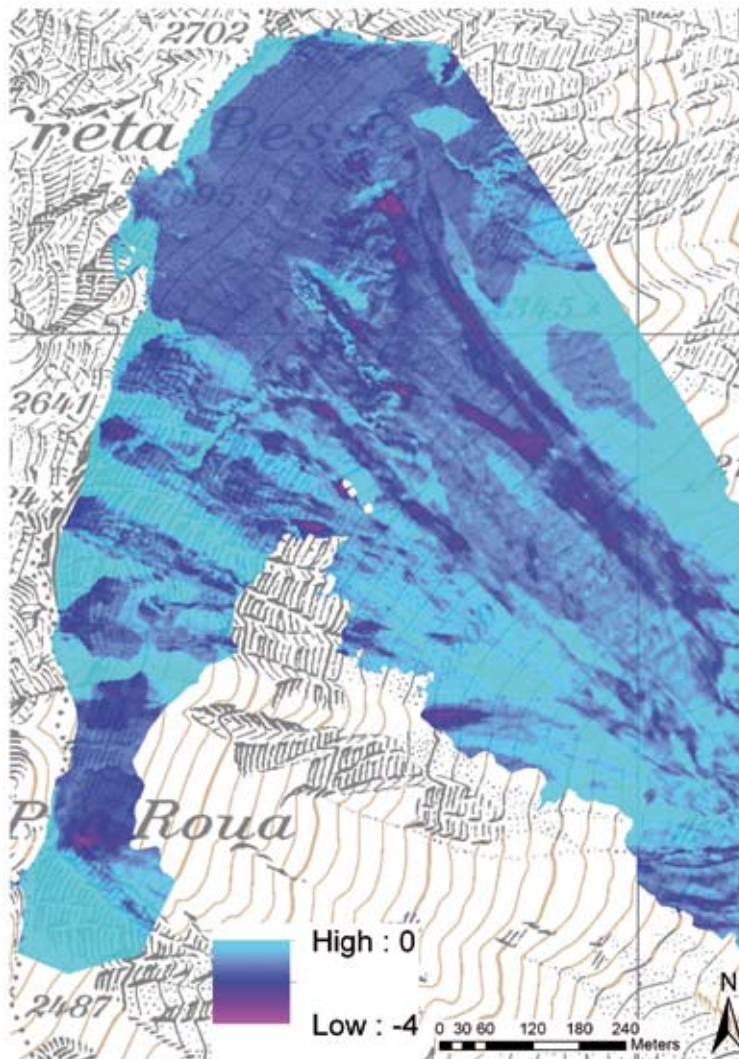


Figure 5: Misure di altezza neve effettuate con tecnica laserscanner al sito sperimentale svizzero Vallée de la Sionne. I colori rappresentano la differenza dell'altezza neve tra due consecutive campagne di misura effettuate prima e dopo il distacco artificiale di alcune valanghe.

All'interno di un bacino topografico, le aree a bassa rugosità sono distribuite casualmente ad inizio stagione invernale, ma tendono a raggrupparsi con l'aumentare dell'altezza media della neve al suolo; occorre tuttavia precisare che l'individuazione del grado di rugosità delle superfici analizzate è fortemente dipendente dalla scala di osservazione. I raggruppamenti a bassa rugosità individuati, corrispondono con elevata precisione alle zone di distacco effettivamente occorse nel sito per lo scenario nevoso di competenza. L'informazione combinata tra altezza del manto nevoso e corrispondente rugosità del terreno è di fondamentale importanza per il miglioramento degli algoritmi di definizione semiautomatica delle zone di distacco e consentiranno lo sviluppo di un modello per l'identificazione delle aree di distacco. Infatti, è importante distinguere tra pendii ripidi e omogenei o ripidi ma disomogenei - altamente irregolari (sia per il terreno in condizioni estive, sia per il terreno con manto nevoso al suolo). Lo studio ha dimostrato che entrambe le rugosità del terreno e del manto nevoso (prima e dopo l'evento) diminuiscono con l'aumentare sia della dimensione delle valanghe sia dello spessore del manto nevoso. Tuttavia, queste due grandezze - dimensione delle valanghe e spessore di distacco - non sono correlate tra loro direttamente ma secondo l'inverso della deviazione standard dello spessore di distacco: pertanto manti nevosi più omogenei producono valanghe più grandi.

4 - Simulazione di scenari di valanga: l'applicazione di modelli numerici di dinamica valanghiva (RAMMS), concepiti per le valanghe estreme, e l'adattamento alla simulazione di valanghe frequenti a larga scala può consentire una valutazione preliminare dei diversi scenari d'evento, in funzione di specifiche condizioni del manto nevoso e dei rischi connessi.

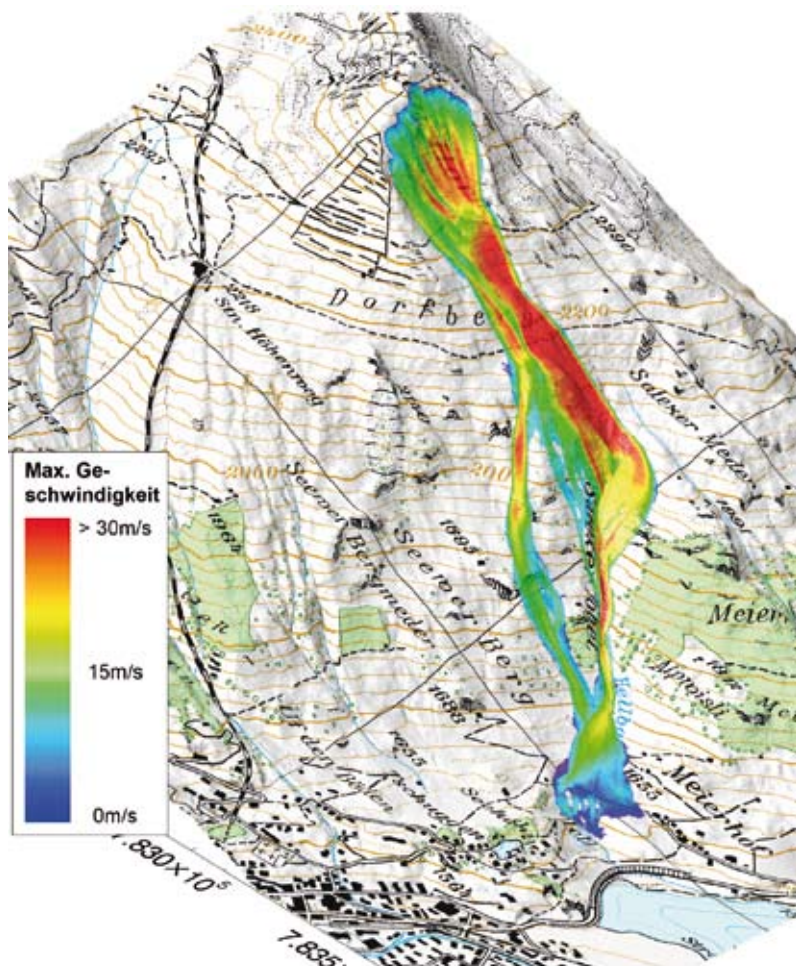


Figura 6: Simulazione effettuata con il programma di dinamica RAMMS. I colori rappresentano le massime velocità raggiunte da una valanga di neve densa nel sito Dorfberg in Davos, Switzerland.

La posizione e l'estensione delle zone di distacco costituiscono un input fondamentale per i modelli di dinamica delle valanghe poiché, insieme all'altezza di distacco, permettono di determinare la massa iniziale della valanga. Le zone di distacco di solito sono definite in conformità a parametri topografici; nel corso del progetto sono stati elaborati algoritmi capaci di individuare le zone di distacco in modo semi-automatico, tenendo in considerazione la variabilità spaziale del manto nevoso, e l'influenza che essa esercita.

Le capacità distruttive di una valanga dipendono dalla massa iniziale e dalle condizioni del manto nevoso lungo il suo percorso. Nel progetto Strada sono state scelte valanghe frequenti, con condizioni iniziali uguali ma che hanno sviluppato dinamiche diverse, per studiare come la qualità della neve abbia influenzato la distanza di arresto del fenomeno. Per ognuna di queste valanghe sono state ricostruite le condizioni del manto nevoso utilizzando il modello di simulazione numerico SNOWPACK. L'analisi di queste informazioni evidenzia che variazioni repentine nella velocità di flusso delle valanghe, possono accadere in funzione non solo della quantità di neve erosa lungo il percorso, ma anche delle proprietà della neve erosa. La temperatura della neve condiziona il processo di granulazione e quindi ha un effetto diretto sulla mobilità del flusso. Questi risultati supportano lo sviluppo e la calibrazione dei modelli numerici per la simulazione di valanghe.

5 - Simulazione degli scenari d'innevamento: È importante definire scenari tipici di distribuzione nevosa all'interno di un sito valanghivo, e quindi associare questi scenari all'attività valanghiva. Nella pratica comune i parametri osservati e presi in considerazione sono: condizioni meteorologiche, caratteristiche del manto nevoso, attività valanghiva in atto, pendenza del versante ed esposizione, attività eolica di erosione, trasporto e deposizione del manto nevoso. Le caratteristiche del manto nevoso possono variare, da evento ad evento, in modo repentino ed estremo e all'interno dei bacini possono verificarsi gradienti di temperatura tra la zona di distacco e la zona di deposito (rendendo inutilizzabili i dati di riferimento raccolti, per esempio, unicamente nella zona di distacco). Inoltre, risulta difficile oggettivare come tali parametri siano soppesati, di volta in volta, nel processo decisionale di ciascun esperto.

È altrettanto importante definire una metodologia idonea per ottenere la distribuzione del manto nevoso con elevata risoluzione temporale e spaziale. Il manto nevoso in un intero bacino potrà essere simulato mediante modelli numerici monodimensionali (SNOWPACK - ricostruzione a scala puntuale della complessa struttura del manto nevoso) e tridimensionali atmosferici (Alpine3D - ricostruzione del manto nevoso con elevata distribuzione spaziale, a scala locale, da dati raccolti presso le stazioni meteorologiche) utilizzando in input sia dati previsionali sia dati osservati in tempo reale. Ciò consentirà di valutare, in via preliminare, le condizioni del manto nevoso su un'ampia area e con risoluzione spaziale elevata.; se ad esso si assoceranno le simulazioni di scenari di valanghe, si otterrà un efficace strumento per migliorare la valutazione del rischio valanghe. Nel prossimo futuro, infatti, si cercherà di trovare un nesso statistico tra parametri caratteristici del manto nevoso - quali altezza neve fresca, altezza neve al suolo e temperatura della neve - con la distanza di arresto delle corrispondenti valanghe. Tale nesso consentirà di formulare semplici regole empiriche per il miglioramento della gestione del pericolo per vie di comunicazione e comprensori sciistici. I dati acquisiti durante il progetto mostrano che la temperatura del manto nevoso e la possibilità d'ulteriore erosione del manto sottostante, lungo il percorso, possano avere un'elevata influenza sulla dinamica del flusso (tipologia, velocità), strutture deposizionali e distanze d'arresto.

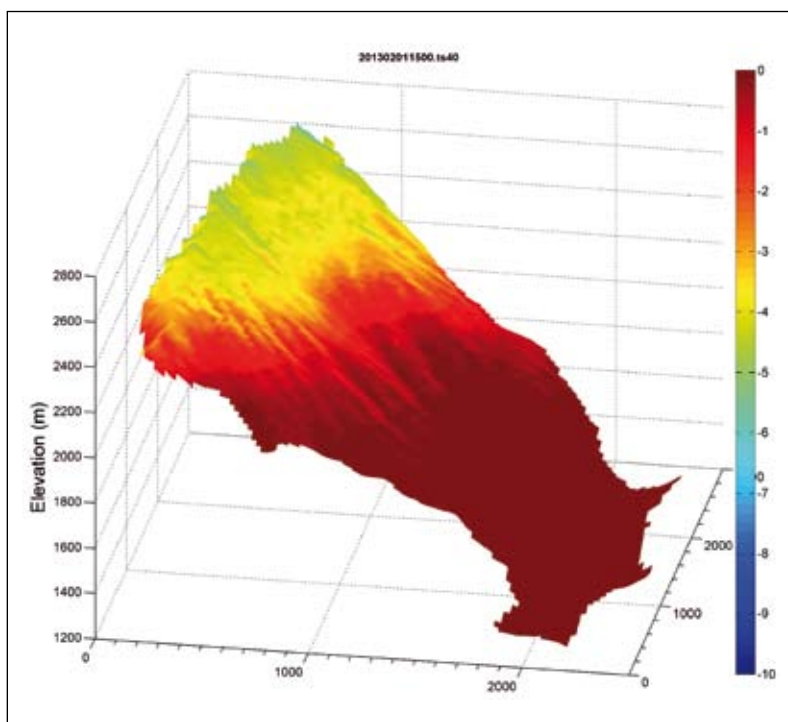


Figura 7: Simulazione effettuata con il modello numerico Alpine3D. La figura riproduce la temperatura del manto nevoso, 40 cm sotto la superficie, al sito sperimentale Vallée de la Sionne.

6 - Applicazione di una procedura statistica innovativa che consentirà di eseguire delle analisi del territorio speditive, su aree campione, per l'identificazione e la delimitazione cartografica di aree valanghiva in settori alpini che non dispongono di specifica cartografia tematica.

7 - Sviluppo di strategie di gestione di vie di comunicazione e comprensori sciistici soggetti a valanghe frequenti nonché miglioramento delle procedure di previsione e di prevenzione del rischio valanghivo a scala locale. Il rischio valanghe viene attualmente affrontato attraverso il ricorso a misure di protezione passiva, attiva o gestionali. Le strutture permanenti di protezione passiva (gallerie paravalanghe) o le opere attive (opere ferma neve) sono appropriate ed economicamente sostenibili solo qualora la frequenza di accadimento dei fenomeni valanghivi sia elevata o il rischio sia sicuramente notevole e non gestibile in altro modo. Esse presentano, infatti, problemi di longevità, elevati costi di realizzazione (in rapporto ai benefici) e di manutenzione (che deve assicurare il mantenimento, nel tempo, dell'efficienza dell'opera), competitività per l'allocatione delle risorse necessarie ad altri obiettivi-necessità di breve termine, elevato impatto ambientale e riduzione della biodiversità. Tra le misure di protezione passiva rientrano anche le misure ecologiche (riforestazione ed ingegneria ambientale) che presentano un miglior rapporto costi/benefici, una più favorevole percezione ed accoglimento da parte della società e assicurano una maggiore protezione ambientale ed aumento della biodiversità. Tuttavia, possono rappresentare delle possibili limitazioni alla pratica sui versanti di attività turistico-ricreative invernali con conseguenti possibili danni economici per le attività imprenditoriali locali. La mappatura delle zone a rischio valanghe ed una buona pianificazione territoriale consentono un'eccellente strategia di limitazione del rischio assicurando, al contempo, una buona protezione dell'ambiente e la conservazione della biodiversità. Come contropartita, questa strategia impone una riduzione dei profitti derivanti dalla speculazione edilizia e una notevole limitazione ai diritti di proprietà dei singoli cittadini. È pertanto necessario instaurare un corretto dialogo, tra le parti, sulla percezione e l'accettabilità dei rischi, nonché mantenere informata la cittadinanza sull'evoluzione degli scenari e su quali azioni corrette intraprendere nelle fasi d'emergenza (fondamentale è il ricorso a periodiche esercitazioni di protezione civile sul tema). In alternativa, è preferibile mitigare il rischio attraverso misure gestionali temporanee (monitoraggio, interdizione al traffico, evacuazione, distacchi artificiali e gestione delle criticità) che sono sicuramente più efficaci ed economicamente sostenibili (almeno sul piano razionale). Tuttavia, le misure gestionali impongono alle autorità preposte ed ai gestori problematiche di valutazione sulla base dei dati disponibili (previsioni meteorologiche locali, previsioni sullo stato di stabilità del manto nevoso e le sue caratteristiche, valutazione della dinamica valanghiva attesa e delle distanze di arresto) e assunzioni di responsabilità a titolo individuale: infatti le attuali metodologie di gestione non potendo basarsi direttamente ed in maniera oggettiva sull'associazione tra le proprietà del manto nevoso e la dinamica valanghiva, non costituiscono un efficace ed oggettivo strumento di supporto alla decisione delle autorità preposte o dei gestori. Il confronto tra gli attori interessati nella gestione del rischio valanghe a scala locale (tecnici prevensori, membri delle commissioni locali valanghe, gestori dei comprensori sciistici e della viabilità ed amministratori locali), svoltosi nel corso del workshop tenutosi a Breuil-Cervinia, ha consentito di evidenziare le problematiche sperimentate da ciascuno nello svolgimento delle azioni. Il sistema necessita, per poter funzionare, di una continuità di finanziamento e volontà politica di mantenimento di tali misure nonché di uno snellimento del quadro normativo e delle procedure burocratico-amministrative connesse. Inoltre, la presenza di centri abitati ed infrastrutture (viabilità, reti di servizio, etc.) non protette sottopongono, nelle fasi di gestione dell'emergenza, politici, amministratori e tecnici gestori ad elevate pressioni socio-economiche poiché non tutta l'utenza è consapevole e percepisce il rischio alla stessa maniera. Interdizioni al traffico, chiusura dei comprensori sciistici ed evacuazioni dei centri abitati limitano le attività turistiche e produt-

tive/commerciali causando un danno economico non sempre accettabile e sostenibile con facilità. La sempre più ridotta accettabilità delle misure gestionali è legata ad una riduzione dei tempi di soggiorno medio dei turisti in area montana (< 3 giorni) e a una minore resilienza al danno economico. Dal dialogo svoltosi durante il workshop sono emerse indicazioni utili all'individuazione di strategie, per il futuro, di governance, comunicazione e condivisione volte a ridurre al minimo la complessità degli scenari e a snellire procedure e tempi di reazione.

4. L'articolazione, la selezione e la realizzazione di una strategia di adattamento.

Come sono state articolate, selezionate e realizzate le strategie nel Progetto Strada?

La *tematica valanghe* vede, come azioni possibili la seguente suddivisione in tipologie e livelli di priorità e tempistiche di realizzazione:

1) Monitoraggio:

- *1° livello di priorità* - non è possibile fare una stima del rischio senza avere un quadro di riferimento locale. È quindi importante definire le condizioni locali del manto nevoso lungo l'intero percorso della valanga, tenendo conto anche dell'attività valanghiva precedente. Il personale preposto alle osservazioni potrà operare attraverso strategie e protocolli di azione predefiniti che prevedano anche la registrazione ed archiviazione dei dati acquisiti, secondo metodologie e codifiche standardizzate, al fine di creare una memoria storica degli scenari d'evento. Tali osservazioni dovranno essere, in primo luogo, incentrate sulle variabili principali quali: altezza della neve fresca, altezza totale del manto nevoso e temperature del manto nevoso. Importanza deve anche essere data all'individuazione e scelta dei punti di osservazione migliori e più rappresentativi per ciascun sito valanghivo.
- *2° livello di priorità* - dall'analisi di queste osservazioni sarà possibile sviluppare esperienza e memoria storica sulla dinamica e la ricorrenza degli eventi ed al contempo potranno emergere criteri per la definizione di soglie di evento e scenari di riferimento con le relative distanze di arresto dei fenomeni.
- *3° livello di priorità* - si dovranno anche investire fondi per sviluppare tecnologie innovative per il monitoraggio, in continuo e in tempo reale, dell'attività valanghiva (es. i sensori infrasonici) definendo criteri per una corretta installazione della rete di monitoraggio e la gestione, interpretazione ed utilizzo dei dati a supporto della normale attività di monitoraggio a vista.

2) Definizione di procedure e linee guida:

- *1° livello di priorità* - l'osservazione del modello svizzero suggerisce che la gestione del comprensorio sciistico o via di comunicazione può essere eseguita con semplici regole empiriche che si basano sulla conoscenza delle caratteristiche locali di distribuzione del manto nevoso. Tali modelli empirici potranno essere migliorati sulla base dei risultati di progetto che permettono ora di capire meglio le concause neve-valanghe.
- *2° livello di priorità* - dove tali modelli empirici non siano ancora applicabili per mancanza d'informazioni di base, allora si potrà ricorrere a simulazioni e alla definizione di scenari mediante

RAMMS.

- 3° livello di priorità - individuazione di procedure e criteri di attuazione delle misure gestionali e definizione di nuovi criteri di progettazione delle opere coerenti con i vincoli territoriali e le esigenze di sostenibilità finanziaria ed ecologica.

3) Adozione d'interventi gestionali:

- 1° livello di priorità - con particolare sviluppo delle regole di gestione a scala locale e/o territoriale (commissioni locali valanghe, consorzi tra gestori degli impianti, comitati tecnici, etc.) che prevedano il ricorso, ove possibile, a misure di chiusura temporanea e bonifica, mediante distacco artificiale, delle aree soggette a valanghe. Indicazioni preliminari sugli interventi gestionali ad opera delle Commissioni Locali Valanghe (o analoghi organi tecnici consultivi) sono già state sviluppate, in Italia, nell'ambito della Protezione Civile Nazionale¹ e di altri progetti di cooperazione territoriale europea transfrontaliera², mentre in merito, l'esperienza svizzera con IFKIS può fornire un altro utile modello di paragone.
- 2° livello di priorità - per le porzioni di territorio poco studiate/analizzate e ove non sia disponibile memoria storica e esperienza dei fenomeni, si potranno applicare metodologie di analisi spaziale e morfometrica del territorio onde individuare, in via preliminare, le aree di probabile distacco preferenziale e, se possibile, anche le perimetrazioni massime delle aree di arresto.
- 3° livello di priorità - questa azione richiede, necessariamente, tempi lunghi di attuazione commisurati alla disponibilità di risorse e volontà politiche. Essa consiste nell'implementazione di procedure e criteri di attuazione delle misure gestionali e la realizzazione di opere coerenti con i vincoli territoriali-ambientali e le esigenze di sostenibilità finanziaria ed ecologica. In futuro su queste basi, le amministrazioni locali potranno dotarsi di nuovi strumenti e tecnologie come per esempio modelli per la simulazione a larga scala del manto nevoso (Alpine 3D) per facilitare la scelta degli interventi gestionali più idonei. Problematiche come l'evacuazione per esempio sono più semplici da attuare se la distribuzione reale del manto nevoso è nota.

4) **Interventi normativi:** proposte di riordino e razionalizzazione dell'impianto normativo di settore. Tale esigenza è particolarmente sentita in Italia ove i diversi livelli (Stato, Regioni, Province) hanno, nel tempo, legiferato in maniera poco coordinata, spesso incongruente, e differenziata per realtà territoriale.

- 1° livello di priorità - anche questa azione richiede, necessariamente, tempi lunghi di attuazione commisurati alla disponibilità di volontà politiche. È fortemente auspicabile, in particolar modo in Italia, che l'intero impianto normativo di settore venga riordinato e razionalizzato coordinando, tra loro, i diversi livelli e definendo, con certezza, compiti e responsabilità dei diversi attori.

1. Tecilla, G., et alii, 2007, *Documento D - Proposte di indirizzi metodologici per le strutture di Protezione Civile deputate alla gestione della problematica valanghiva nell'ambito del sistema nazionale dei Centri Funzionali: Convenzione DPC – AINEVA 2006*, Trento, settembre 2010.

2. Maggioni, M., et alii, 2012, *Manuale per la valutazione ed analisi della zona di distacco valanghe: Progetto DynAval n. 048, Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera, Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, Misura 2.2 Prevenzione dei rischi. Regione Autonoma Valle d'Aosta, Aosta, marzo 2012.*

Frigo, B., et alii, 2012, *Valutazione della stabilità del manto nevoso – linee guida per la raccolta e l'interpretazione dei dati: Progetto RISKINAT, Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera, Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, Misura 2.2 Prevenzione dei rischi. Regione Autonoma Valle d'Aosta, Aosta, marzo 2012.*

Bruno, E., et alii, 2012, *Distacco artificiale di valanghe – linee guida per la procedura operativa, metodi e normativa: Progetto RISKINAT, Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera, Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, Misura 2.2 Prevenzione dei rischi. Regione Autonoma Valle d'Aosta, Aosta, marzo 2012.*

- *2° livello di priorità* - il riordino della normativa di settore dovrebbe, auspicabilmente, fornire anche certezze sulla disponibilità a medio-lungo termine di adeguate risorse finanziarie che consentano di svolgere e sviluppare le azioni individuate.
- *3° livello di priorità* - anche questa azione richiede, necessariamente, tempi lunghi di attuazione commisurati alla disponibilità di risorse e volontà politiche. Ove non ancora presenti, sarebbe auspicabile l'istituzione delle Commissioni Locali Valanghe o analoghi organi tecnici consultivi in grado di gestire le emergenze, entro un quadro giuridico certo, sulla scorta delle osservazioni effettuate, dell'esperienza e metodologie di lavoro e schemi decisionali standardizzati e collaudati.

5. Il monitoraggio delle azioni/strategie selezionate e implementate.

In che termini è previsto il monitoraggio delle azioni/strategie selezionate?

Nella *tematica valanghe*, il monitoraggio delle azioni/strategie selezionate dovrà tenere conto che il ciclo di vita deve tornare ad ampliarsi ad un range minimo di 15-20 anni, puntando ad una gestione coordinata delle risorse, tenendo presente che le opere hanno costi di realizzazione e manutenzione, sempre più elevati e difficilmente sostenibili e che presentano problemi di obsolescenza-inefficienza e durata. Viceversa, gli interventi gestionali non presentano, se non in misura molto



Figura 8: Il sito valanghivo sperimentale dell'Aprica (Sondrio - Valtellina - fonte ARPA Lombardia).

ridotta, tali problemi e l'evoluzione tecnico-scientifica ne consentono un periodico aggiornamento che apporta, sicuramente, miglioramenti nella gestione del bene esposto. Anche la fattibilità in termini di costi, tecniche/tecnologie disponibili, strumenti attuativi, tempistiche di progettazione e realizzazione e sostenibilità socio-politica sembra deporre a favore dell'adozione di misure gestionali con evidenti benefici ambientali ed economici.

Il monitoraggio potrà inizialmente essere applicato unicamente entro bacini sperimentali e solo in seguito i risultati potranno essere messi a disposizione dei gestori che inizialmente li affiancheranno ai metodi tradizionali per valutarne validità e affidabilità. In una seconda fase questi potranno essere usati in maniera operativa. Tali metodi saranno continuamente migliorati con l'esperienza e con il continuo sviluppo di nuovi modelli e con l'approfondimento della conoscenza del processo fisico e quindi è necessario considerare un continuo aggiornamento da parte degli operatori.

Sezione 5

Conclusioni

“... la specie umana rappresenta biologicamente un successo straordinario perché la sua cultura è capace di cambiare molto più in fretta del suo patrimonio genetico: questa è la ragione per cui l'evoluzione culturale è diventata, dal punto di vista adattativo, la più potente derivazione dell'evoluzione biologica.

Da almeno diecimila e forse da un milione di anni, l'uomo adatta il suo ambiente ai suoi geni molto più che i suoi geni al suo ambiente, e la supremazia dell'adattamento culturale nei riguardi dell'adattamento biologico continuerà senza dubbio in futuro.

E non solo viviamo in tutti i due mondi (natura e cultura), ma quello della cultura può durare solo fintanto che la maggior parte dell'umanità possiede l'attrezzatura genetica che favorisce la cultura; d'altra parte, la maggior parte di questa attrezzatura genetica è tale, oggi, che i suoi portatori non potrebbero probabilmente sopravvivere senza il beneficio della cultura. La parola d'ordine dovrebbe essere: interdipendenza”

Theodosius Dobzhansky, *Mankind evolving* (1962), teorico dell'interdipendenza tra natura e cultura, e dell'adattamento come prova del successo evolutivo.

Il documento ha avuto il compito di illustrare le tesi del Progetto Strada, ossia le lezioni apprese dal partenariato e dal Comitato Tecnico Scientifico, costituito dalle tre regioni italiane di Valle d'Aosta, Piemonte e Lombardia e dai tre cantoni svizzeri del Vallese, del Ticino e dei Grigioni, nell'ambito dell'elaborazione di strategie di adattamento al cambiamento climatici per le tematiche dei laghi transfrontalieri, delle sorgenti di montagna e delle valanghe di piccola e media dimensione.

Le tesi presentate evidenziano, in primo luogo, la necessità di comprendere ed affrontare l'incertezza, incorporandola nel processo decisionale come fattore fondante, essenziale e inevitabile. Occorre fronteggiare l'incertezza scientifica nella determinazione del quadro di riferimento presente, nell'utilizzo di modelli e nella costruzione di scenari futuri, ed è necessario rendere consapevole le comunità interessate di tale incertezza e delle sue conseguenze sul processo decisionale, che deve comunque essere avviato e portato avanti sulla base delle informazioni esistenti.

In questo contesto, di conseguenza, le strategie proposte devono essere concepite in modo tale da essere adeguate a rispondere ai diversi scenari possibili e devono essere caratterizzate dalla flessibilità, ossia dalla possibilità di essere aggiornate, riorientate ed eventualmente modificate in ragione di nuovi elementi di conoscenza o delle mutate condizioni ambientali e/o legislative, allo scopo di agevolare e accrescere la resilienza del territorio in cui si interviene.

A questo proposito è necessario monitorare l'evoluzione della strategia in un contesto in continuo divenire, al fine di assicurarsi di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità che ci si è posti e che si è condivisi con le comunità interessate.

L'intero ciclo di vita di una strategia di adattamento, inoltre, non può naturalmente prescindere da una chiara definizione della governance del processo decisionale e dei ruoli dei diversi attori coinvolti, sia a livello locale sia in un contesto più ampio, come quello transfrontaliero in cui ha operato il Progetto Strada.

Accanto alla governance del processo, deve essere costruita e organizzata la partecipazione di tutti gli attori interessati del territorio in cui si interviene, condividendo ogni passo dell'articolazione e dell'implementazione di una strategia di adattamento e definendo insieme alle comunità interessate gli obiettivi che ci si pone, declinandoli e eventualmente mutandoli allo scopo di mantenere il più alto grado di condivisione possibile.

Come naturale in ogni progetto, e in particolare ove si affrontino tematiche complesse e delicate come quelle relative all'elaborazione di strategie di adattamento al cambiamento climatico, il partenariato di Strada ha incontrato diversi punti critici nello svolgimento delle proprie attività.

Un primo elemento critico è stato la necessità di avere una governance stabile, in particolare in termini di rappresentanti politici e amministrativi, che andasse al di là degli interessi di parte della contingenza storica. Nell'elaborazione di strategie di adattamento è fondamentale, infatti, l'individuazione di un opportuno orizzonte temporale, che va inevitabilmente ben al di là delle tempistiche legate al mandato dei rappresentanti politici e amministrativi che avrebbero il compito di mettere in atto e monitorare le strategie stesse.

In questo senso, una governance stabile può significare anche un finanziamento stabile delle attività di ricerca tecnica e scientifica, di raccolta dati, di sperimentazione, di strumentazione, di innovazione tecnologica, di monitoraggio e di rafforzamento dei sistemi di preavviso, in un orizzonte temporale che sia adeguato per sviluppare il ciclo di vita delle azioni, per garantire il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e che vada quindi in controtendenza rispetto al "tutto e subito" e al breve termine nella pianificazione territoriale.

Nel contesto di una pianificazione territoriale sostenibile e supportata dalle comunità interessate, è inoltre critica l'educazione alla partecipazione in particolare in Italia, ove non vi è la consuetudine svizzera alla partecipazione diretta al processo decisionale in ogni fase del suo ciclo di vita. Educare alla partecipazione aiuta a garantire la credibilità del processo decisionale stesso, che viene accettato dagli attori interessati perché sentono di avere una reale voce in capitolo riguardo ogni tipo di intervento nel loro territorio.

Un processo di condivisione delle informazioni, di aumento delle competenze e di educazione delle realtà interessate è cruciale inoltre per accrescere la consapevolezza dell'inevitabilità del rischio, allo scopo di evitare la negazione dell'esistenza del rischio presso le comunità interessate e limitando l'influenza di concetti spuri e controproducenti quali quello di "rischio zero", e nel contempo valorizzare il ruolo e i comportamenti individuali nella minimizzazione degli effetti degli eventi naturali, aumentando la responsabilizzazione e la resilienza della popolazione.

La consapevolezza del rischio coincide con la consapevolezza del proprio territorio in tutta la sua

complessità: la conoscenza del territorio e la raccolta di dati significativi è un ulteriore punto fondamentale e critico. Garantire la continuità delle attività di ricerca e sperimentazione, indispensabili se si vuole garantire il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e di mitigazione del rischio, è centrale nella definizione di strategie di adattamento al cambiamento climatico, in particolare se queste si vogliono duttili, flessibili e riorientabili in un contesto in continuo divenire.

In questo senso, le prospettive future che si dà il partenariato del Progetto Strada sono brevemente descritte nel seguito, secondo le tematiche più strettamente strategiche affrontate nel progetto.

Per quanto concerne la **tematica laghi**, i prossimi passi della strategia riguarderanno due direzioni in particolare: da una parte, il partenariato transfrontaliero costituito dovrà trovare i finanziamenti e i canali adeguati per realizzare gli approfondimenti tecnici necessari, soprattutto per definire con un grado maggiore di dettaglio le alternative e le azioni che hanno trovato un consenso tra i portatori di interesse durante il processo di negoziazione; dall'altra si intende approfondire la governance riavviata con questo progetto per quanto attiene la regolazione dei laghi transfrontalieri, individuando le forme e le modalità istituzionali più adeguate per assicurare un supporto stabile a livello cantonale, regionale e nazionale ai risultati e alle indicazioni emerse da questa ricerca applicata.

Nel contesto della **tematica sorgenti**, l'obiettivo cui tendere rapidamente dopo la conclusione del progetto e per cui il progetto ha lavorato è certamente l'educazione alla vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee, che si concretizza con una presa di coscienza del ruolo che enti e privati cittadini hanno nella tutela delle sorgenti e con una diffusione di metodi per quantificare la loro vulnerabilità. L'immediata ripetibilità al di fuori del progetto delle azioni messe in atto all'interno dello stesso è stata il filo conduttore di tutte le strategie, proprio perché ciò che è stato sperimentato possa essere applicato in maniera semplice in ogni contesto idrogeologico della realtà montana. Un equo uso del suolo che medi tra le esigenze di sviluppo e la tutela delle sorgenti rappresenta l'obiettivo a lungo termine.

Per quanto concerne la **tematica valanghe**, le prospettive future in termini di definizione di strategie di adattamento risiedono in primo luogo nell'approfondimento delle conoscenze delle complesse relazioni spaziali e temporali tra l'evoluzione stagionale del manto nevoso e l'attività valanghiva, attraverso analisi ed osservazioni presso i siti valanghivi sperimentali.

Questo miglioramento delle conoscenze potrà consentire una più efficace implementazione della modellistica a supporto dei processi di governance locale del rischio valanghe. Proprio in questo contesto, si vorrebbe procedere nella direzione di un miglioramento delle strategie di governance, di comunicazione e di condivisione tra i diversi attori interessati, anche attraverso un riordino e uno snellimento del quadro normativo di riferimento, onde facilitare la gestione del rischio valanghe a scala locale.

Finito di stampare
nel mese di Giugno 2013
presso le Grafiche Cola s.r.l. di Lecco
www.grafichecola.it

Questo documento è stato prodotto nel quadro del Progetto STRADA - Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici per la gestione dei rischi naturali nel territorio transfrontaliero - ed è stato finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale attraverso il Programma di cooperazione transfrontaliera INTERREG IV A Italia - Svizzera 2007 - 2013.

La realizzazione di questa pubblicazione è stata coordinata da ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste.



Programma di cooperazione transfrontaliera
ITALIA SVIZZERA 2007 - 2013



Fondo europeo di sviluppo regionale

LE OPPORTUNITÀ NON HANNO CONFINI

Partner di progetto

Capofila italiano



Regione Lombardia
Dipartimento Generale
Ambiente, Energia
e Sviluppo Sostenibile

Capofila svizzero



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento del territorio

Altri partner italiani



Regione Lombardia
Dipartimento Generale
Protezione Civile, Prevenzione
e Polizia Locale



REGIONE PIEMONTE
Direzione Ambiente - Settore Tutela Quantitativa
e Qualitativa delle Acque
Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo,
Economia Montana e Foreste - Settore Protezione Civile
e Sistema Antincendi Boschivi (A.I.B.)



Altri partner svizzeri



Cantone dei Grigioni
Dipartimento Costruzione, Trasporti e Foreste



Département des transports, de l'équipement
et de l'environnement
Service des forêts et du paysage
Departement für Verkehr, Bau und Umwelt
Dienststelle für Wald und Landschaft

www.progettostrada.net